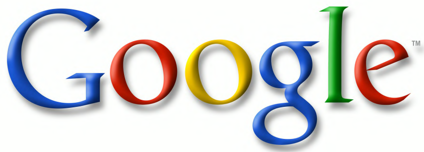
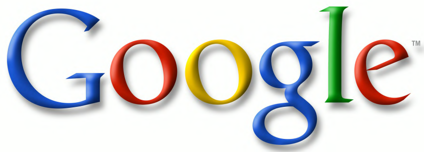




WHITNEY LIBRARY,

HARVARD UNIVERSITY.



THE GIFT OF

J. D. WHITNEY,

Sturgis Hooper Professor

IN THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY

ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Ministre des Travaux Publics.

QUATRIÈME SÉRIE.

TOME XV.

PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET Vve DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, nos 39 et 41.

1849.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Ministre des Travaux Publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines et d'un ingénieur secrétaire :

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des Travaux Publics, à M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines*, à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ces exemplaires leur sont distribués par les soins de M. le secrétaire de la commission. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 80 à 90 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

Paris.—Imprimé par E. Thunot et Cie, successeurs de Fain et Thunot, rue Racine, 28.

NOTICE

Sur les explosions et ruptures d'appareils à vapeur, dont les procès-verbaux sont arrivés à l'administration des travaux publics, depuis l'année 1846 *jusqu'à l'année* 1848 ;

Par M. TH. LORIEUX, ingénieur en chef des mines,
Secrétaire de la commission centrale des machines à vapeur.

Depuis l'année 1841, l'administration des mines fait recueillir avec soin des renseignements très-complets sur les explosions d'appareils à vapeur qui arrivent en France.

Elle a fait publier dans les *Annales des mines* des notices détaillées, pour faire connaître, dans chaque cas particulier, quelles ont été les circonstances qui ont déterminé les explosions, quels sont les moyens qu'il faut employer pour les prévenir.

Il devient inutile aujourd'hui de donner pour chaque cas particulier autant de détails ; il a paru préférable de grouper dans un même travail les faits extraits des rapports rédigés sur les lieux pour mieux en faire ressortir les conséquences.

Les causes des explosions, aussi bien que les effets désastreux qu'elles produisent, sont aujourd'hui bien connues ; elles proviennent toutes d'une mauvaise construction ou d'un défaut de soin dans la surveillance et la conduite des appareils.

Les nombreuses notices publiées depuis six ans l'ont bien fait voir ; les faits que nous allons rapporter sur huit explosions arrivées de 1846 à 1848 en fourniront de nouveaux exemples.

Dans la nuit du 6 au 7 janvier 1848, dans une papeterie située au Valvernier (Seine-Inférieure), N° 1. Valvernier. Papeterie

une cuve a fait explosion. Elle présentait une capacité de 28.000 litres.

La partie supérieure a été projetée en l'air, elle a enlevé la toiture légère d'un hangar qui la recouvrait, elle est retombée sur le sol près de la partie inférieure qui est restée en place. Le chauffeur était seul dans l'atelier, il n'a pas été blessé. Cette cuve portait une soupape de 0^{m},065 de diamètre, chargée d'un poids équivalant à 2 atmosphères,48; elle recevait la vapeur, ainsi que deux autres cuves semblables, d'une chaudière timbrée à 5 atmosphères, et dont les soupapes étaient surchargées de poids équivalant à 5 atmosphères,20. La chaudière à vapeur et les cuves à papier n'avaient point été éprouvées à la presse hydraulique; elles ont été établies sans autorisation.

Les soupapes étaient souvent, a-t-on dit, surchargées; mais il n'est nullement nécessaire de supposer une surcharge pour se rendre compte des circonstances qui ont déterminé l'explosion. La forme de la cuve est un cylindre de 3 mètres de diamètre terminé par des troncs de cône fort surbaissés; les génératrices font avec la base un angle de 14 à 15°.

La tôle employée avait une épaisseur de 11 millimètres; la partie cylindrique était réunie au tronc de cône par un fer d'angle qui avait également 11 millimètres d'épaisseur.

C'est le fer d'angle qui s'est rompu.

D'après la formule $e = 1,8\ (n - 1)\ d + 3$, l'épaisseur de la tôle de la partie cylindrique aurait dû être de 16$^{millim.}$,5 ou moitié en sus de celle (11 millimètres) qu'on lui a donnée.

L'épaisseur du fer d'angle aurait dû être beaucoup plus grande, non-seulement parce qu'un

fer plié à angle droit peut se rompre plus facilement qu'une feuille de tôle plane ou légèrement courbe, mais aussi parce que l'on a donné au dôme une forme qui résiste mal à la pression de la vapeur. Il est convenable de terminer les chaudières cylindriques par des calottes hémisphériques, lorsqu'elles ont un grand diamètre.

Le dimanche 8 octobre 1848, *le Fulton*, bateau à vapeur appartenant à MM. Cochot frères, remorquait sur la Seine deux bateaux chargés de colons qui se rendaient en Algérie. **N° 2. *Le Fulton*, bateau à vapeur du département de la Seine.**

A la hauteur d'Ablon, un accident a forcé le convoi de s'arrêter : une tige de piston s'est rompue, le piston a été projeté contre le fond du cylindre et l'a brisé, la vapeur s'est répandue dans le local de la machine, le mécanicien a aussitôt fermé le robinet d'admission de vapeur, et personne n'a été blessé.

La tige s'est rompue suivant un plan perpendiculaire à l'axe, à l'extrémité la plus éloignée de la mortaise où était placée la clavette qui la reliait à un manchon d'assemblage (*Pl. I, fig.* 1).

La partie qui s'est détachée n'a qu'une longueur de 20 millimètres au delà de la mortaise; elle présente une fissure visible sur tout le pourtour, dans un plan vertical passant par l'axe de la tige.

La rupture de la tige paraît devoir être attribuée aux circonstances suivantes :

1° Le fer employé n'est pas de bonne qualité.

2° La tige avait une pression trop forte à supporter; sur la partie qui s'est détachée, la charge habituelle était de $3^k,75$ par millimètre carré; elle s'élevait même à 5 kilogrammes lorsque la tension de la vapeur atteignait le degré d'intensité

indiqué par le timbre 2 dont la chaudière était frappée.

Les plus habiles constructeurs admettent la règle de Watt, qui a limité à 1 kilogramme par millimètre carré la charge qu'il convient de faire supporter aux tiges des machines à vapeur qui agissent alternativement en tirant et en poussant.

3° La partie de la tige qui s'est séparée présentait une résistance trop faible pour les chocs qu'elle recevait de la clavette, contre laquelle elle était appuyée.

Le calcul, d'accord avec les règles adoptées dans la pratique, fait voir que cette résistance aurait dû être décuple de celle que présentaient les dimensions données. (Voir, page 17, la note dans laquelle M. Phillips, ingénieur des mines, a développé ce calcul.)

N° 3. *Le Comte-de-Paris.*

A son premier voyage, une demi-heure après son départ, à 2 milles du port de Ciotat, le paquebot à vapeur *le Comte-de-Paris* a éprouvé une grave avarie.

Le vent était fort, la mer était grosse; la cheminée a été renversée, elle a brisé le réservoir de vapeur qui l'entourait à sa base; l'eau a pénétré par les conduits intérieurs dans le foyer, elle a été projetée en dehors avec violence; elle a atteint trois personnes, qui ont succombé aux blessures qu'elles ont reçues dans cet accident.

Quatre chaînes de fer de 10 millimètres de diamètre soutenaient seules la cheminée; on avait négligé de leur donner du mou pour qu'elles pussent céder sans effort aux effets de la dilatation: elles étaient trop faibles, elles se sont rompues; elles ont déterminé la chute de la cheminée avec toutes ses tristes conséquences.

Ce n'est pas la première fois que l'on a signalé la chute d'une cheminée sur un bateau à vapeur. M. Combes en a cité deux exemples observés sur des bateaux anglais, *le Lucifer* et *la Mermaid*, dans un rapport qu'il a lu à la commission centrale des machines à vapeur dans la séance du 29 octobre 1847.

Le Comte-de-Paris est parti du port sans permis de navigation; il n'avait point été visité par une commission de surveillance des bateaux à vapeur.

Le 2 juillet 1846, à cinq heures et demie du matin, à Moosch (Haut-Rhin), dans la filature de M. Koechlin, le fond postérieur d'un bouilleur s'est détaché; on l'a trouvé à $0^m,60$ de distance horizontale du lieu où il serait arrivé en tombant verticalement. Un fer de la chaudière, du poids de 44 kilogrammes, a été lancé à une distance de 13 mètres. La chaudière a reculé à un décimètre en sens contraire. N° 4. Filature de Moosch.

Le fourneau a été démoli ainsi qu'une partie des murs du hangar qui le recouvrait; le toit n'a reçu aucun dommage. Une brèche de $0^m,45$ de hauteur a été faite dans un des angles de la cheminée; l'eau a jailli à une distance d'environ 17 mètres dans le sens de l'axe du bouilleur. Personne n'a été blessé.

La chaudière était pourvue des appareils de sûreté prescrits par les règlements; il y avait de l'eau dans la chaudière en quantité suffisante, elle porte le timbre 3 1/2. La tension de la vapeur était indiquée au moment de l'accident par le manomètre à 3 atmosphères 5/8.

Le bouilleur avait: longueur, $4^m,97$;
diamètre, $0\ ,35$;

Épaisseur de la tôle, 5 à 8 millimètres.

Le cylindre était terminé par deux fonds plats.

La chaudière servait depuis une douzaine d'années; elle avait été employée dans plusieurs établissements sans avoir subi d'autre épreuve que celle qu'elle avait supportée, lorsqu'elle avait été expédiée des ateliers de construction.

M. Furiet, en signalant le défaut de résistance que présente un fond plat, demandait que l'on exigeât que les bouilleurs fussent terminés par des calottes hémisphériques; cela serait sans doute préférable, mais il suffit pour des bouilleurs d'un petit diamètre de donner une légère courbure à la feuille de tôle qui les termine. C'est ce qui se fait aujourd'hui généralement. L'explosion paraît devoir être attribuée à une détérioration qu'a éprouvée le fond du bouilleur par un trop long usage pour la forme qui lui avait été donnée. On l'aurait sans doute évitée si la chaudière avait été éprouvée lorsqu'elle a été transportée dans l'usine de M. Kœchlin.

N° 5. Fabrique d'enclumes de MM. Aubry et Châteauneuf.

Dans la fabrique d'enclumes de MM. Aubry et Châteauneuf, à Valbenoit, près Saint-Etienne, le 3 juin 1848, une chaudière à foyer intérieur a fait explosion au moment où, après le déjeuner, la cloche venait de rappeler les ouvriers au travail.

La tôle s'est déchirée dans la partie supérieure suivant deux lignes de rivets placées aux deux extrémités du cylindre intérieur, et la partie supérieure a en outre été refoulée vers la partie inférieure du cylindre.

La vapeur s'est fait jour vers l'avant du four-

neau; elle a projeté au dehors les barreaux du foyer, et de là s'est répandue librement dans l'atmosphère; de l'autre côté elle a renversé les briques qui formaient le carneau et a atteint quatre ouvriers, dont deux ont succombé aux blessures que l'eau chaude leur a causées.

Toute l'action de la vapeur s'est exercée dans le sens de l'axe de la direction de la chaudière. Elle avait été fabriquée à Saint-Etienne et éprouvée, le 24 septembre 1846, pour le timbre 3 1/2; elle a été autorisée à fonctionner le 1er juin 1847.

La forme est celle d'un cylindre-enveloppe de $1^{m},20$ de diamètre, dans lequel est un cylindre de $0^{m},70$ de diamètre qui contient le foyer et sert de carneau pour la conduite de la flamme et de la fumée.

La chaudière était pourvue des appareils de sûreté prescrits par les règlements; elle avait deux soupapes mal entretenues; la surcharge a été évaluée à environ une atmosphère.

Le flotteur d'alarme était en bon état, bien ajusté; il paraît que le jour de l'explosion le niveau d'eau avait été convenablement entretenu.

La tôle du tuyau intérieur, mesurée après l'accident, a présenté une épaisseur de $0^{m},007$, ce qui est un peu au-dessus de l'épaisseur ($6^{millim.},15$) donnée par la formule $e = 1,8(n-1)d+3$.

Mais le dernier paragraphe de l'article 18 de l'ordonnance du 22 mai 1843 prescrit d'augmenter l'épaisseur donnée aux tuyaux pressés par la vapeur du dehors au dedans.

La chaudière devait alimenter une machine à vapeur à rotation et faire marcher en même temps un marteau-pilon; elle ne fournissait pas pour cela une quantité de vapeur suffisante. M. Moevus

l'a prouvé par le calcul, l'expérience l'avait également démontré; plusieurs fois on a été dans la nécessité de suspendre la marche du marteau-pilon faute d'une quantité suffisante de vapeur; on avait même établi un ventilateur pour activer la combustion et par suite augmenter la production de vapeur.

La chaudière était trop petite, on ne l'aurait pas toujours alimentée quand on manquait de vapeur. La partie supérieure du conduit de flamme n'aura pas toujours été couverte d'eau, elle aura acquis une température élevée, puis elle aura été refroidie promptement lorsqu'elle aura été de nouveau recouverte par l'eau; il en sera résulté une contraction brusque qui aura altéré la tôle dans la tenacité et dans la forme qu'elle présentait, elle aura ensuite cédé à la pression de la vapeur correspondante à la charge des soupapes.

Cette explication est tirée des rapports qu'ont rédigés sur les lieux MM. Drouot et Moevus; elle est probable.

Si les chaudières du Cornouailles, qui ont des conduits intérieurs d'un plus grand diamètre, ont donné lieu à moins d'explosions que des chaudières, en France, de plus petites dimensions, cela provient sans doute de ce que celles-là sont beaucoup plus grandes que ne l'exige le service de la machine qu'elles alimentent, qu'il n'arrive jamais que le niveau de l'eau descende au-dessous des parties en contact avec la flamme du fourneau et que la combustion est très-lente.

Les chaudières à foyer et larges conduits de flamme intérieurs n'offrent point les avantages que leur ont supposés leurs partisans; elles occupent, il est vrai, moins d'espace que les chau-

dières à carneaux extérieurs; ce peut être un motif pour les faire adopter quelquefois sur des bateaux. Cela ne doit pas l'être pour des chaudières qui doivent être placées dans un local qui présente une étendue suffisante.

Ces chaudières sont plus sujettes que celles d'une autre forme à éclater. On doit veiller avec soin à ce que les parties supérieures des carneaux soient toujours recouvertes d'eau; on doit exiger, conformément à la circulaire du 17 décembre 1848, que la tôle employée pour la confection des tuyaux pressés du dehors au dedans ait une fois et demie l'épaisseur donnée par la formule

$$e = 1,8(n-1)d+3.$$

N° 6. Bagnols (Gard). Chaudière de la filature du sieur Vernet.

Sous une pression effective de vapeur égale à une atmosphère, une chaudière en cuivre a éclaté dans la filature de M. Vernet, le 18 novembre 1847, à cinq heures du matin, au moment où les ouvriers se rendaient au travail.

La calotte la plus éloignée du foyer s'est séparée violemment du corps de la chaudière, pendant que celle-ci, repoussée en sens contraire, a été projetée à une distance de 25 mètres après avoir renversé un mur de 30 centimètres d'épaisseur. Une personne a été tuée, une autre a été blessée.

Sur la calotte qui s'est détachée, sur une longueur de $0^m,25$, la tôle de cuivre était réduite à une épaisseur de 2 millimètres; la tôle était altérée, il restait à peine un demi-millimètre de cuivre métallique.

La rupture ne s'est pas faite instantanément, il s'est écoulé un temps appréciable entre le moment où l'on a entendu le bruit causé par la rupture de la chaudière et celui où la chaudière a été lancée hors du fourneau où elle avait été placée.

La chaudière servait depuis douze ans, mais elle avait été réparée et soumise à l'épreuve, à la presse hydraulique, en 1846.

M. Barnier, garde-mines à Alais, qui a rédigé le rapport sur cette explosion, a très-bien signalé la cause de la destruction rapide du cuivre. Le niveau d'eau normal dans la chaudière était de 13 à 14 centimètres au-dessous de la partie supérieure des carneaux. La feuille qui a été la plus altérée était placée à l'extrémité de la chaudière dans la partie où les carneaux latéraux viennent se réunir.

N° 7. Bouzor. Concession des Barthes, bassin de Brassac.

A la mine de Bouzor, concession des Barthes (bassin de Brassac, Haute-Loire), une chaudière à vapeur de $6^m,50$ de longueur et $1^m,20$ de diamètre a fait explosion le 13 août 1847.

La calotte antérieure a été projetée à une distance de 70 mètres sur une ligne faisant un angle de 30 degrés avec la direction de l'axe de la chaudière.

La partie postérieure s'est écrasée et est restée dans le fourneau, pendant que la partie moyenne, déchirée et déformée, a été projetée en l'air; elle est retombée et est restée suspendue sur le balancier de la machine.

Les murs du bâtiment, du fourneau, de la machine ont été renversés; une chaudière voisine remplie d'eau froide a été coupée en deux parties perpendiculairement à l'axe, sous l'action d'un choc violent et des secousses produites dans le massif du fourneau.

La tôle de cette chaudière avait dans l'origine 10 à 11 millimètres; après l'explosion on a trouvé encore cette épaisseur sur quelques points, mais sur beaucoup d'autres la tôle est altérée, corrodée,

amincie, réduite à une épaisseur de 3 à 4 millimètres; sur un point on a trouvé moins de 2 millimètres.

La chaudière avait été souvent réparée; elle portait de nombreuses pièces, elle avait été retournée sens-dessus dessous. La cause de la destruction rapide de la tôle était connue; on employait, sans lui faire subir aucune préparation, l'eau corrosive extraite de la mine. La cause de l'explosion est celle qui a été signalée pour la chaudière des carrières d'Avrillé dans le vingtième volume de la 3e série des *Annales des mines*.

N° 8. Scierie du sieur Mangin (Doubs).

La chaudière de la scierie du sieur Mangin à la Cour-de-Jean-Brun (commune de Frambouhan, Doubs), a été fabriquée en 1846, essayée le 22 octobre de la même année, à Besançon, et timbrée à 5 atmosphères. Il a été reconnu que la tôle employée était de bonne qualité. Dix-huit mois après, le 31 mai 1848, un bouilleur s'est fendu.

L'eau est sortie par le foyer; quelques briques du fourneau ont été jetées sur le sol; le chauffeur a eu le visage, les pieds, les mains brûlés; la chaudière et les bouilleurs n'ont pas été déplacés.

Dans le bouilleur de gauche, à la partie inférieure, à $0^m,70$ de l'avant, il s'est fait une déchirure de $0^m,20$ de longueur sur une largeur de $0^m,02$; la tôle était réduite en cette partie à 2 millimètres d'épaisseur.

Le chauffeur était un ouvrier peu expérimenté dans le service des machines à vapeur, il manquait de tout moyen de connaître le niveau d'eau dans la chaudière; le flotteur d'alarme et le flotteur ordinaire ne fonctionnaient pas; les soupapes étaient chargées d'un poids double de celui qu'elles auraient dû porter (7 atmosphères, 8 au lieu de 4).

C'est avec raison que M. Boyé dit dans son rapport que le simple exposé des faits suffit pour donner la cause de l'accident ; il est évidemment dû à la négligence apportée dans la conduite et la surveillance de l'appareil à vapeur.

Il y a eu contravention aux articles 24, 25, 29, 30 et 31 de l'ordonnance du 22 mai 1843.

Résumé. Les accidents décrits sous les nos 1, 2 et 3 (papeterie de Valvernier, *le Fulton*, *le Comte-de-Paris*) sont les conséquences d'un vice de construction. Les matériaux employés ne présentaient pas une résistance suffisante pour la pression qu'ils avaient à supporter.

N° 4. Le bouilleur dont il est parlé sous le n° 4 était mal terminé par un fond plat; même lorsque le cylindre a un petit diamètre, 0m,35 à 0m,40, il est mieux de donner un peu de courbure à la feuille qui en forme l'extrémité, comme cela se fait généralement aujourd'hui.

On aurait dû ne pas attendre douze ans pour s'assurer, par une nouvelle épreuve, si la tôle ne s'était pas détériorée par un trop long usage.

N° 5. (Chaudière de MM. Aubry et Châteauneuf, à Valbenoit). Les chaudières à larges conduits de flamme sont sujettes à se déformer facilement; on doit s'opposer à cette tendance, non-seulement en employant de la tôle plus épaisse, mais encore en calculant les dimensions du volume d'eau contenu dans la chaudière, de manière à ce que le niveau d'eau ne s'abaisse jamais au-dessous des parties en contact avec la flamme du fourneau.

Il y a là vice de construction, négligence dans l'entretien du niveau d'eau; cela a amené la défor-

mation et la destruction d'une chaudière au bout de dix-huit mois de service.

N° 6. Dans la filature de M. Vernet, à Bagnols, le fourneau a été mal construit; les carneaux étaient de 14 centimètres au-dessus du niveau normal de l'eau dans la chaudière. Des constructeurs emploient cette disposition sous prétexte qu'elle procure une économie de combustible. On doit repousser une disposition qui détruit rapidement les chaudières et peut donner lieu à de graves accidents.

N° 8 (Scierie du sieur Mangin, à la Cour-de-Jean-Brun, commune de Frambouhan). En dix-huit mois, une chaudière bien confectionnée en tôle de bonne qualité a été mise hors de service et a éclaté par suite de la négligence que l'on a mise dans le bon entretien et le bon emploi des appareils de sûreté prescrits par les règlements, et par la négligence du chauffeur.

Dans les faits que nous avons signalés diverses contraventions ont été commises.

1° Aux articles 2 et 4 de l'ordonnance du 22 mai 1843. (Au Valvernier, la chaudière à vapeur et les cuves à papier ont été établies sans épreuve ni autorisation.)

2° A l'article 3 de l'ordonnance du 17 janvier 1846. (*Le Comte-de-Paris* a quitté le port sans permis de navigation avant d'avoir été visité par une commission.)

3° Au troisième paragraphe de l'article 18 de l'ordonnance du 22 mai 1843. (L'épaisseur de la tôle dans la chaudière de MM. Aubry et Châteauneuf a été calculée comme si les tuyaux étaient pressés du dedans au dehors; elle aurait dû être augmentée.)

4° A l'article 29. (Dans le fourneau de la chaudière de M. Vernet, à Bagnols, les carneaux étaient élevés de 14 centimètres au-dessus du niveau d'eau.

4° A l'article 68. (Pour la mine de Bouzor, on a employé une eau corrosive, sans lui faire subir aucune préparation, dans une chaudière à haute pression.)

6° Aux articles 24, 30 et 31. (Il y a eu surcharge considérable sur les soupapes de la chaudière du sieur Mangin; il n'y avait aucun indicateur du niveau d'eau.)

Sur huit accidents, six ne seraient pas arrivés si les règlements avaient été exécutés.

Les deux autres auraient été évités si les machines à vapeur avaient été convenablement construites et surveillées.

Il est inutile d'ajouter aux règlements aucune prescription nouvelle; il y a lieu de tenir à l'exécution complète des mesures de sûreté qu'ils renferment.

La commission centrale des machines à vapeur, après avoir entendu la lecture de ce rapport, a été d'avis qu'il convenait d'y ajouter un tableau statistique des accidents survenus depuis quelques années, comparés au nombre de chaudières employées.

Note relative à la rupture de la tige du piston du Fulton, *rédigée par M. Phillips, ingénieur des mines* (*Pl. I, fig.* 1, 2 et 3).

Désignons par E le coefficient d'élasticité, et par α l'allongement ou raccourcissement proportionnel qu'il ne faut pas dépasser; Q l'effort exercé par la tige; *a* l'épaisseur de la clavette perpendiculairement à l'axe de la tige; *b* la longueur de la clavette dans le sens de l'axe; S l'aire du rectangle de contact entre la tige et la clavette non fléchie;

L, l'épaisseur AI de la partie AIK de la tige; *h*, la distance verticale très-petite du point I au-dessous du point auquel est appliquée l'action de la partie MNU de la boîte DE sur la partie supérieure de la clavette infléchie.

l, la demi-longueur théorique de la clavette en prenant pour la longueur théorique, la distance entre les points d'application des pressions exercées par les parties MU et QB de la boîte DE.

F, la flèche de la clavette, en ne tenant compte que de la longueur théorique; et enfin T, le travail équivalent à la demi-force vive accumulée dans la clavette au moment du choc.

La partie ME de l'emmanchement (voir la *fig.* 2) presse la clavette avec une force totale égale à Q, ou bien avec deux forces égales chacune à $\frac{Q}{2}$; à cause de la flexion de la clavette, la direction de l'une des forces est à une distance *h* très-petite au-dessus du point d'appui I, et la direction de l'autre est de même à une distance *h* très-petite au-dessous du point K. Les résistances des points I et K peuvent évidemment être regardées

comme équivalant à deux forces égales à $\frac{Q}{2}$ appliquées en ces mêmes points, mais agissant en sens inverse des premiers. Cela revient donc à considérer la clavette comme sollicitée par deux couples $\left(\frac{Q}{2}, -\frac{Q}{2}\right)$, dont le bras de levier serait h et agissant en sens contraire. Or, en supposant la clavette encastrée par le milieu, l'équilibre ne sera pas troublé et chacune de ces moitiés devra être en équilibre séparément sous l'action de l'un des couples $\left(\frac{Q}{2}, -\frac{Q}{2}\right)$.

Il est donc permis de raisonner dans cette hypothèse où la clavette se réduirait à une de ces moitiés, et où celle-ci encastrée par son extrémité, serait sollicitée par un couple $\left(\frac{Q}{2}, -\frac{Q}{2}\right)$ ayant un bras de levier égal à h. De plus, il est évident que l'on peut faire abstraction de toute la partie de la clavette située vers son extrémité au delà du point d'application de la force $\frac{Q}{2}$ qui représente l'effort de la tige sur la clavette. Ainsi donc, si $2l = IK + 2h$, la clavette peut sans erreur être regardée comme ayant une longueur $2l$, et par conséquent l sera la longueur d'une de ses moitiés.

Ainsi donc il s'agit de raisonner sur un prisme de longueur l, encastré par une de ses extrémités et sollicité par un couple dont le moment est $\frac{Q}{2}h$. Or, si l'on regarde ce prisme comme partagé en deux parties par un plan quelconque perpendiculaire aux fibres, ces deux parties devront se faire équilibre sous l'action du couple et des forces at-

tractives et répulsives qui s'exercent de part et d'autre de la section, par conséquent ces dernières forces doivent se réduire à un couple agissant en sens inverse du couple $\left(\frac{Q}{2}, -\frac{Q}{2}\right)$ et dont le moment soit $\frac{Q}{2}h$. Or le moment de ce couple est comme l'on sait le quotient de ce que l'on appelle le moment d'élasticité, par le rayon de courbure de la ligne des fibres invariables dans la section considérée.

Soit donc M le moment d'élasticité, si l'on prend pour origine des coordonnées le point de la courbe des fibres invariables dans la section d'encastrement et pour axes des x et des y deux droites, l'une verticale et l'autre horizontale et parallèle aux forces $\frac{Q}{2}$, la valeur du rayon de courbure peut être regardée comme égale à

$$\frac{1}{\frac{d^2y}{dx^2}} \text{ et l'on a } M\frac{d^2y}{dx^2}=\frac{Q}{2}h.$$

De là on tire $M\frac{dy}{dx}=\frac{Q}{2}hx$ et $My=\frac{Qhx^2}{4}$.

On voit déjà que la courbe des fibres invariables est une parabole. Pour avoir la flèche définitive, il faut faire $x=l$ et l'on a pour cette flèche, $F=\frac{Ql^2h}{4M}$; or, on sait ici que $M=\frac{Eab^3}{12}$; donc on a (1) $F=\frac{3Ql^2h}{Eab^3}$.

Aux extrémités de la course du piston la clavette reprend brusquement sa forme et vient choquer la partie AIK de la tige sur la face IK, la flèche f diminue alors rapidement depuis F jus-

qu'à o; en même temps l'effort q exercé par la clavette dans le sens de l'axe de la tige diminue depuis Q jusqu'à o, et si l'on appelle T le travail équivalant à la demi-force vive accumulée dans la clavette à l'instant du choc on a $T=\int_0^F q df$.

Or, la formule $F=\frac{Ql^2h}{4M}$, trouvée précédemment, montre que l'on a à chaque instant, $q=\frac{4Mf}{l^2h}$,

$$\text{donc } T=\int_0^F \frac{4Mfdf}{l^2h} \text{ ou } T=\frac{2MF^2}{l^2h}.$$

Remplaçant M par sa valeur $E\frac{ab^3}{12}$ et F^2 par sa valeur déduite de (1) on obtient (2) $T=\frac{3Q^2l^2h}{2Eab^3}$.

Il faut maintenant que la flèche F soit telle que l'élasticité du prisme ne soit pas altérée; il faut pour cela que l'on ait $F\leqq\frac{2}{3}\frac{l^2\alpha}{b}$.

Remplaçant F par sa valeur (1) on a

$$\frac{3Ql^2h}{Eab^3}\leqq\frac{2l^2\alpha}{3b} \text{ ou bien (3) } h\leqq\frac{2E\alpha ab^2}{9Q}.$$

Enfin il faut que la partie AIK de la tige, ait des dimensions telles que son élasticité ne soit pas altérée par les chocs répétés de la clavette.

Il faut pour cela que le travail T soit tout au plus égal à la résistance vive élastique du prisme AIK dont la hauteur serait AI et dont la base S serait le rectangle de contact entre le prisme et la clavette. Il faut pour cela que l'on ait T ou

$$\frac{3Q^2l^2h}{2Eab^3}\leqq\frac{E\alpha^2SL}{2}, \text{ ou bien (4) } SL\geqq\frac{3Q^2l^2h}{(E\alpha)^2ab^3}.$$

Si l'on applique les formules (1), (2), (3) et (4) au cas actuel on trouve, en prenant

$$E = 20.000.000.000, \text{ et } \alpha = 0{,}0001,$$

les conditions $h \leqq 0^m{,}0006$ et $SL \geqq 150.000$ millimètres cubes.

La première de ces deux conditions sera généralement remplie à cause de la flexion de la clavette; quant à la seconde, on a ici SL = 15.400 millimètres cubes qui est beaucoup plus petit que la limite 150.000 millimètres cubes. On voit par là que le volume SL est environ dix fois trop petit; il conviendrait donc qu'il fût dix fois plus grand, ce qui se ferait par exemple en doublant la largeur de la clavette et lui donnant $0^m{,}022$ au lieu de $0^m{,}011$, et quintuplant la longueur AI de l'extrémité de la tige et lui donnant $0^m{,}10$ au lieu de $0^m{,}02$.

Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par l'expérience.

Ainsi les dimensions les plus ordinaires dans la pratique sont en pareil cas (*Dictionnaire technologique*, art. Machines à vapeur, Jullien) :

Diamètre de la tige = 90 millimètres au lieu de 70 comme dans le cas actuel; AI = 90 millimètres au lieu de 20 millimètres;

L'épaisseur de la traverse perpendiculairement aux fibres = 18 millimètres au lieu de 11 millimètres;

La largeur de la traverse parallèle à l'axe = 80 millimètres au lieu de 44 millimètres.

Ces dimensions se trouvent être, à très-peu de choses près, celles que le calcul vient d'indiquer.

N° 1. — *TABLEAU du nombre des accidents survenus, depuis l'année 1827 jusqu'en 1848 inclusivement, dans l'emploi des appareils à vapeur fonctionnant sur terre, comparé avec le nombre des appareils employés.*

ANNÉES.	NATURE DE L'ACCIDENT.	CAUSES CONSTATÉES ou présumées.	NOMBRE des chaudières existantes.
1827	Explosion d'une chaudière, à Puteaux (Seine).	Mauvaise qualité de la tôle. Vices dans la disposition intérieure de la chaudière. Manque d'épreuve.	492
1830	Explosion d'une chaudière en fonte, à Rouen (Seine-Inférieure).	Manque d'épreuve. Cause immédiate de l'explosion, restée incertaine.	
Id.	Explosion d'une chaudière, à Landerneau (Finistère).	Mauvais état de la chaudière.	1.132
Id.	Explosion d'une chaudière, à Elbeuf (Seine-Inférieure).	Epaisseur de la tôle insuffisante; anciennes fissures; manque d'épreuve.	
1832	Explosion d'une chaudière, dans une filature (Haute-Saône).	Absence de plusieurs appareils de sûreté; manque d'épreuve.	
Id.	Explosion d'une chaudière, dans l'usine du Creusot (Saône-et-Loire).	Excès de tension de la vapeur; absence des moyens de sûreté prescrits.	1.354
1833	Explosion d'une chaudière, dans une filature, à Héricourt (Haute-Saône).	Manque d'épreuve. Surcharge des soupapes.	1.726
1834	Explosion d'une chaudière desservant une machine stationnaire sur le chemin de fer de St-Etienne (Loire).	Epaisseur de la tôle insuffisante. Détériorations anciennes; manque d'épreuve.	1.852
1835	Explosion d'une chaudière, à Elbeuf.	Absence de plusieurs des appareils de sûreté.	2.385
1836	Explosion d'une chaudière, dans l'usine de Dieuze (Meurthe).	Défaut d'alimentation.	3.693
1839	Explosion d'une chaudière, à Saint-Saulve, près Valenciennes (Nord).	Epaisseur du métal insuffisante. Vices de construction dans les fonds plats. Manque d'épreuve.	5.100
1840	Explosion d'une chaudière, aux carrières d'Avrillé (Maine-et-Loire).	Amincissement de la tôle, dû à l'emploi d'eaux acides pour l'alimentation.	5.300

SUITE DU TABLEAU N° 1.

ANNÉES.	NATURE DE L'ACCIDENT.	CAUSES CONSTATÉES ou présumées.	NOMBRE des chaudières existantes.
1841	Explosion d'une chaudière, à Arras (Pas-de-Calais).	Vices de construction dans les fonds plats. Obstructions dans des conduits, par l'emploi d'eaux limoneuses.	
Id.	Explosion d'une chaudière en fonte, sur les mines d'Azincourt (Nord).	Anciennes fissures.	5.605
Id.	Explosion d'une chaudière, à la Terrasse, près Saint-Étienne (Loire).	Surcharge des soupapes; réparations mal faites; point d'épreuve après ces réparations.	
1844	Explosion d'une chaudière, aux mines de la Chauvetière (Loire).	Détérioration provenant d'un mode vicieux d'alimentation.	6 937
Id.	Explosion d'une chaudière, dans un moulin (Saône-et-Loire).	Manque d'épreuve. Surcharge des soupapes. Absence d'un manomètre.	
1845	Explosion d'une chaudière, à Séclin (Nord).	Ancienne fissure déterminée par l'oxydation provenant du suintement d'un robinet. Manque d'épreuve.	
Id.	Explosion d'une chaudière, dans l'aciérie de Perrache, à Lyon.	Écrasement d'un cylindre intérieur. Forme vicieuse de la chaudière; mauvaise qualité de la tôle.	
Id.	Explosion d'une chaudière à double fond, près Rouen.	Vices de construction; manque d'épreuve.	
Id.	Explosion d'une chaudière, dans les forges d'Anzin (Nord).	Surcharge des soupapes. Vices de construction; absence de plusieurs des appareils de sûreté.	7.694
Id.	Explosion d'une chaudière en fonte, dans une filature, à Pont-Faverger (Marne).	Vices dans le mode de construction et d'assemblage des bouilleurs. Absence de plusieurs appareils de sûreté.	
Id.	Rupture du bouilleur vertical d'une chaudière du système Beslay, à Paris.	Soupapes surchargées; anciennes réparations mal faites.	
1846	Explosion d'un cylindre sécheur, à Paris.	Défaut de précautions dans l'emploi de cet appareil.	8.023

SUITE DU TABLEAU N° 1.

ANNÉES.	NATURE DE L'ACCIDENT.	CAUSES CONSTATÉES ou présumées.	NOMBRE des chaudières existantes.
1846	Explosion d'une chaudière, à La Briche, près Epinay.	Bouilleurs détériorés. Manque d'épreuve. Soupapes d'un trop petit diamètre et surchargées.	8.023
Id.	Explosion d'une chaudière, aux mines de la Taupe (Haute-Loire).	Mauvais état de la chaudière. Parois amincies en plusieurs points par l'action corrosive des eaux alimentaires.	
Id.	Explosion d'une chaudière, à Saint-Renobert (Doubs)	Abaissement du niveau de l'eau et injection d'eau sur les parois suréchauffées.	
Id.	Rupture du bouilleur d'une chaudière (Haut-Rhin).	Vétusté de l'appareil.	
Id.	Explosion d'une chaudière, dans un moulin (Côte-d'Or).	Impéritie du conducteur de l'appareil. Calage des soupapes.	
1847	Explosion d'un vase clos, en fonte, à Valenciennes.	Manque d'épreuve; absence de plusieurs autres conditions de sûreté.	»
Id.	Explosion d'une chaudière de défécation, à Saint-Saulve (Nord).	Point de soupape de sûreté; fermeture du robinet d'émission de la vapeur.	
Id.	Explosion d'une chaudière, dans une filature, à Roubaix (Nord).	Mode vicieux dans la construction des fourneaux. Carneaux s'élevant sur la partie supérieure de la chaudière.	
Id.	Explosion d'une chaudière, à la Villette, près Paris.	Excès de tension de la vapeur. Chaudière vieille, en mauvais état; point d'épreuve.	
Id.	Explosion d'une chaudière, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).	Travail habituel supérieur à la tension normale. Tôle de mauvaise qualité et détériorée par des coups de feu, des incrustations.	
Id.	Explosion d'une chaudière, à Paris.	Mauvais état de la chaudière.	
Id.	Explosion d'un calorifère à eau chaude, à Paris.	Disposition vicieuse de l'appareil; défaut de circulation de l'eau.	
Id.	Explosion d'une chaudière, à la mine de Boutor (Haute-Loire).	Chaudière détériorée par l'alimentation avec des eaux corrosives. Excès de tension de la vapeur.	

SUITE DU TABLEAU N° 1.

ANNÉES.	NATURE DE L'ACCIDENT.	CAUSES CONSTATÉES ou présumées.	NOMBRE des chaudières existantes.
1847	Explosion d'une chaudière dans une fabrique près Saint-Étienne (Loire).	Cause déterminante restée inconnue ; tube intérieur d'une épaisseur insuffisante.	»
Id.	Explosion d'une chaudière en cuivre, à Bagnols (Gard).	Détérioration du métal par l'effet d'une trop grande élévation des carneaux.	
1848	Explosion d'une cuve en tôle dans une fabrique de papier (Seine-Inférieure).	Vices de construction, manque d'épreuve.	»
Id.	Rupture du bouilleur d'une chaudière dans une scierie (Doubs).	Point de manomètre; flotteurs paralysés ; soupapes surchargées.	

Il résulte de ce tableau que les accidents ont été occasionnés par l'inexécution des conditions de sûreté prescrites, le manque d'épreuves, des défauts de soins dans la confection ou l'emploi des appareils, dont la plupart avaient été établis sans permission, à l'insu de l'autorité.

On voit, du reste, que ces accidents ont été très-peu fréquents, comparativement au nombre des appareils employés. On n'en a compté que 1 en 1827, sur près de 500 chaudières existantes.

De 1827 à 1830, aucun accident n'a été signalé. Peut-être y en a-t-il eu, dans cette période, quelques-uns dont l'administration n'aura pas été informée; mais ils ont dû être en très-petite quantité, car autrement on n'eût pu manquer d'avertir l'autorité.

				Chaudières.		
En 1830, il en est arrivé	3	sur un nombre de	1.132	soit	1 pour	377
En 1832,	— 2	—	1.354		1 pour	677
En 1833,	— 1	—	1.726		1 pour	1.726
En 1834,	— 1	—	1.852		1 pour	1.852
En 1835,	— 1	—	2.385		1 pour	2.385
De 1835 à 1838, aucun accident, du moins connu ;						
En 1838, il en est arrivé	1	sur un nombre de	3.693		1 pour	3.693
En 1839,	— 1	—	5.100		1 pour	5.100
En 1840,	— 1	—	5.360		1 pour	5.360
En 1841,	— 3	—	5.605	soit	1 pour	1.368
En 1842 et 1843, aucun.						
En 1844, il en est arrivé	2	—	6.937	soit	1 pour	3.468
En 1845,	— 6	—	7.694	soit	1 pour	1.282
En 1846,	— 6	—	8.023	soit	1 pour	1.337
En 1847,	— 10		8.980	soit	1 pour	898
En 1848,	— 2.					

(*Nota.* On ne connaît pas encore le nombre des appareils qui étaient en activité en 1848. On s'occupe de réunir les documents statistiques de cet exercice; mais ce nombre doit être inférieur à celui de l'année 1847, beaucoup d'établissements ayant été en chômage par suite de la crise industrielle.)

En tout, dans l'espace de 22 années, on n'a eu que 40 accidents pour un nombre d'appareils qui a été de 500 à 8.000.

Jusqu'à la fin de 1840, on remarque que la proportion du nombre des accidents au nombre des appareils employés a toujours été en diminuant.

En 1841, cette proportion des accidents a augmenté. En revanche, on n'en a pas eu dans les deux années suivantes.

En 1844, il y a diminution comparativement à l'année 1841, quoique la proportion soit plus forte que dans quelques-unes des années antérieures.

En 1845, il y a recrudescence; puis une légère diminution en 1846, et nouvelle augmentation en 1847, qui a été l'une des années les plus malheureuses.

Explosion de chaudières de locomotives.

On ne connaît, jusqu'en 1848, que deux explosions de chaudières de locomotives.

L'une est arrivée, en 1845, sur le chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon. La chaudière avait été réparée et on ne lui avait pas fait subir une nouvelle épreuve. Le magasin de vapeur manquait de solidité; la tôle était d'une qualité inférieure. On comptait alors, en France, 313 locomotives.

La seconde explosion est arrivée, en 1846, dans la gare de Corbeil. Elle a été produite par l'imprudence du mécanicien; les ressorts des soupapes étaient trop serrés. La chaudière manquait, en outre, de manomètre, et la tôle était d'une qualité médiocre. Dans l'année 1846, le nombre des locomotives circulant sur les chemins de fer était de 461 et, en 1847, de 670.

N° 2. — *TABLEAU du nombre des accidents survenus depuis l'année 1827 jusqu'en 1848 inclusivement, sur les bateaux à vapeur, comparé avec le nombre de ces bateaux.*

ANNÉES.	NATURE DE L'ACCIDENT.	CAUSES CONSTATÉES ou présumées.	NOMBRE des bateaux.
1827	Explosion des chaudières du bateau *le Rhône*.	Imprudence du mécanicien, qui, pour vaincre la rapidité du courant, avait calé les soupapes de sûreté.	42
1833	Explosion du bouilleur d'une chaudière sur *le Vésuve*.	Cause restée incertaine.	95
1837	Incendie sur un bateau du bas de la Loire.	Défaut d'alimentation de la chaudière, dont les parois ont rougi et ont communiqué le feu au bâtiment.	134
Id.	Explosion d'une chaudière du *Vulcain*.	Soupapes surchargées; vices de construction de la chaudière.	
1839	Explosion d'une chaudière du *Parisien*.	Abaissement du niveau intérieur de l'eau ; échauffement des parois; formation subite d'une grande quantité de vapeur; accident qu'a dû contribuer à faire naître la disposition intérieure du foyer et des carneaux.	237
Id.	Explosion d'une chaudière sur *le Nantes*.	Vices de construction de la chaudière; emploi défectueux du mastic ferrugineux dans les joints des feuilles de tôle.	
1841	Explosion d'une chaudière sur *le Citis*.	Vices de construction de la chaudière à faces planes et à larges tubes intérieurs; épaisseur trop faible du cylindre contenant le foyer.	243
Id.	Explosion d'une chaudière sur le paquebot *la Bretagne*.	Défaut de résistance du mastic ferrugineux employé pour lier au réservoir les tubulures du générateur.	
1842	Explosion d'une chaudière sur *le Riverain* n° 1.	Forme vicieuse de la chaudière; défaut de résistance du tube intérieur contenant le foyer.	249

SUITE DU TABLEAU N° 2.

ANNÉES.	NATURE DE L'ACCIDENT.	CAUSES CONSTATÉES ou présumées.	NOMBRE des bateaux.
1844	Déchirure à l'une des chaudières du *Zéphir*.	Surcharge des soupapes ; déformation et écrasement d'une partie concave située près du foyer.	264
Id.	Explosion d'une chaudière sur *le Lavaret*.	Mauvais état et vices de construction de la chaudière ; manque d'épreuve ; soupapes surchargées.	
1845	Explosion d'une chaudière sur le paquebot *le Sébastiani*.	Causes semblables à celles qui ont produit l'explosion sur *le Lavaret*.	295
1846	Explosion d'une chaudière sur un bateau dragueur à Lyon.	Défaut de résistance du foyer intérieur ; chaudière détériorée par des dépôts terreux ; épreuves non renouvelées.	330
1847	Rupture d'un tuyau de prise de vapeur sur le bateau *le Rouen*.	Tuyau n'ayant pas une épaisseur suffisante, déjà détérioré par des chocs, des tiraillements.	
Id.	Explosion d'une chaudière sur *le Concurrent* n° 5.	Armatures mal disposées ; conduits de flamme d'une forme impropre à résister à de fortes pressions.	
1848	Chute de la cheminée et écrasement du réservoir sur le paquebot *le Comte-de-Paris*.	Insuffisance du nombre et défaut de résistance des chaînes-haubans.	
Id.	Déchirure d'un bouilleur sur *le Jupiter*.	Cause restée incertaine.	
Id.	Rupture de la tige du piston d'une machine du *Fulton*.	Mauvaise qualité du fer employé ; pression trop forte à supporter par la tige.	

Le tableau n° 2 donne lieu, pour les bateaux à vapeur, à des observations semblables à celles que présentait le tableau n° 1, relatif aux appareils à vapeur fonctionnant sur terre.

En 1827, un seul accident,		1,	sur un nombre de	42 bateaux,	soit 1 pour 42
De 1827 à 1833, on n'en a signalé aucun.					
En 1833, il y en a eu. . . .		1,	sur un nombre de	95	soit 1 pour 95
De 1833 à 1837, aucun.					
En 1837, il y en a eu. . . .		2,	—	134	soit 1 pour 67
En 1838, aucun.					
En 1839,	—	2,	—	237	soit 1 pour 118
En 1840, aucun.					
En 1841,	—	2,	—	243	soit 1 pour 122
En 1842,	—	1,	—	249	— 1 pour 249
En 1843, aucun.					
En 1844,	—	2,	—	264	soit 1 pour 132
En 1845,	—	1,	—	295	— 1 pour 295
En 1846,	—	1,	—	330	— 1 pour 330
En 1847,	—	2,		325	— 1 pour 163
En 1848,	—	1.			

(*Note*. Le nombre des bateaux qui existaient en 1848 n'est pas encore connu, le dépouillement des états statistiques relatifs à cet exercice n'étant point terminé.)

Au total, pendant vingt-deux années, il n'est arrivé que 18 accidents pour un nombre de bateaux qui a varié de 42 à 330.

La proportion du nombre des accidents au nombre des bateaux diminue jusqu'en 1843 ; dans cette dernière année il n'en arrive aucun. La proportion augmente en 1844 ; diminue de nouveau, progressivement, en 1845 et 1846 ; mais elle s'accroît un peu dans les deux années suivantes.

Observations de M. Lorieux.

Des renseignements recueillis par l'administration, il résulte qu'il y a eu parmi les chaudières établies à terre huit explosions de 1828 à 1838, trente de 1838 à 1848.

Cela donne pour rapport moyen entre le nombre d'accidents annuels et celui des chaudières employées :

Pour la première période. . . . . 1 à 2.216,
pour la seconde. . . . . 1 à 2.095.

Il y a eu augmentation dans la seconde période ; elle n'est pas très-considérable quand on prend la moyenne sur dix ans ; elle le devient quand on se borne aux résultats des trois dernières années 1845, 1846 et 1847, qui donnent les rapports : 1:1282 ; 1:1374 ; 1:820.

(En 1848, il n'y a eu que deux explosions, pendant qu'il y en a eu dix en 1847 ; mais on ne peut pas se féliciter de ce résultat qui provient sans doute de ce que la plupart des machines sont restées inactives pendant la plus grande partie de l'année).

Sur les bateaux à vapeur il y a eu quatre explosions dans la première période et onze dans la seconde ; ce qui en raison du nombre de bateaux employés à la navigation donne les rapports :

1 à 226 et 1 à 239,

qui diffèrent peu l'un de l'autre, mais qui surpassent beaucoup ceux qui ont été donnés pour les chaudières établies à terre.

La comparaison des résultats moyens obtenus donne le rapport 9 à 1, c'est-à-dire que pour le même nombre d'appareils à vapeur, il y a neuf explosions de chaudières de bateau, pour une de chaudière établie à terre.

Ces résultats étonnent au premier aperçu; il semble que sur les bateaux à vapeur, où la surveillance est continuelle, où le mécanicien et le chauffeur sont toujours à leur poste, les accidents devraient être moins fréquents que dans les établissements à terre, où l'on emploie des mécaniciens, des chauffeurs moins habiles, plus négligents, beaucoup moins surveillés.

Dans le tableau n° 2, on trouve en partie l'explication de ce phénomène.

Sur quatorze explosions, onze sont attribuées à un vice de construction de la chaudière. On emploie sur les bateaux beaucoup plus de chaudières à foyer et carneaux intérieurs qu'on ne le fait à terre, où l'on préfère généralement une forme moins dangereuse, des chaudières chauffées partout extérieurement.

Le danger que présentent les chaudières à foyer intérieur est encore accru sur les bateaux par les trop petites dimensions qu'on leur donne, dans le but de les rendre plus légères et de leur faire occuper moins d'espace. Il doit en résulter fréquemment qu'aux escales, le niveau de l'eau s'abaisse au-dessous des parties intérieures en contact avec la flamme, lorsque la machine ne fonctionne plus et que par suite on cesse d'alimenter la chaudière.

Dans le tableau n° 1, on voit que dans les années 1845, 1846 et 1847, il y a eu également

six explosions de chaudières à foyer intérieur.

Il paraît que depuis quelques années, on a établi beaucoup de chaudières de ce système; c'est un fait qui nous a été signalé pour les départements du Rhône et de la Loire, et il est probable que cela a eu également lieu dans beaucoup d'autres départements. De plus, dans le but d'obtenir de la vapeur sèche et d'économiser la dépense de combustible, des fourneaux ont été disposés de manière à ce que la partie supérieure des conduits de flamme soit plus élevée que le plan du niveau d'eau. Cette disposition est surtout dangereuse pour les chaudières avec tubes calorifères intérieurs, parce que, dans ce cas, un petit abaissement dans le niveau de l'eau laisse à découvert une étendue superficielle considérable appartenant à des tuyaux horizontaux.

Deux accidents ont été attribués à cette disposition vicieuse et proscrite par l'art. 29 de l'ordonnance du 22 mai 1843.

Enfin pour expliquer l'accroissement du nombre des explosions en 1847 et les années précédentes, il faut encore tenir compte de la grande activité imprimée pendant ce temps à toutes les usines. Les fabricants n'avaient pas le temps de faire réparer leurs chaudières; et comme elles deviennent ordinairement trop petites aussitôt que le travail est abondant, on surcharge les soupapes, soit pour emmagasiner la vapeur dans le moment où les machines en demandent moins, soit aussi dans l'espoir d'accroître la puissance des machines de l'usine.

On évitera certainement des accidents si l'on augmente la capacité des chaudières, de manière

à ce qu'elles aient toujours une puissance de vaporisation plus grande que celle dont on puisse jamais avoir besoin.

EXTRAITS DE MINÉRALOGIE

(TRAVAUX DE 1847-1848).

1. *Sur l'intervention de la* POTASSE *ou de la* SOUDE *dans la formation des chaux hydrauliques, des ciments et en général des espèces minérales naturelles produites par voie humide;* par M. Kuhlmann. (Ann. de Ch. et de Phys., 3ᵉ série, t. XXI, p. 364.)

Dans ce travail, M. Kuhlmann appelle l'attention sur le rôle des alcalis dans la formation des espèces minérales produites par voie humide. Ses expériences l'ont conduit à regarder les silicates calcaires et alumineux comme produits de la décomposition des carbonates terreux par le silicate de potasse ou de soude. L'agate, au contraire, se formerait par la décomposition lente, au contact de l'acide carbonique de l'air, des silicates alcalins dissous dans l'eau.

Par le contact de la chaux éteinte avec une solution aqueuse de silicate ou d'aluminate de potasse, il se forme des silicates et aluminates calcaires qui ne sont pas délayés par l'eau, et qui possèdent les propriétés et la composition des chaux hydrauliques naturelles.

Un résultat analogue se produit avec la craie.

La décomposition du plâtre par les silicates est encore plus prompte que ne l'est celle des carbonates; le plâtre moulé prend une grande dureté et un aspect lisse très-remarquable.

Les réactions des silicates alcalins sur la craie ou

le plâtre dérivent de cette loi que : toutes les fois que l'on met en contact un sel insoluble avec la dissolution d'un sel dont l'acide peut former avec la base du sel insoluble un sel plus insoluble encore, il y a échange, mais le plus souvent cet échange n'est que partiel. En appliquant cette loi, M. Kuhlmann est parvenu à silicatiser les carbonates de chaux, de baryte, de strontiane, de magnésie et de plomb, les sulfate et phosphate de chaux et le chromate de plomb.

---

2. *Sur une méthode pour obtenir, par voie sèche, des combinaisons cristallisées, et sur ses applications à la reproduction de plusieurs* ESPÈCES MINÉRALES; par M. Ebelmen. (Comptes rendus de l'Ac. des sc., t. XXV, p. 279 et 661, et Ann. de Ch. et de Phys., t. XXII, p. 211.)

L'acide borique, le borax, l'acide phosphorique et les phosphates alcalins dissolvent très-bien les oxydes métalliques à une certaine température et les abandonnent à une température de beaucoup supérieure en se volatilisant. Ces substances jouent donc, à l'égard des oxydes dissous par voie sèche, le même rôle que joue l'eau à la température ordinaire, ou à des températures peu élevées, à l'égard des corps qu'elle tient en dissolution; et, très-souvent, en s'évaporant, elles abandonnent ces oxydes à l'état cristallisé.

Ainsi, en mêlant ensemble de l'alumine et de la magnésie à peu près dans les proportions qui constituent le spinelle, y ajoutant de l'acide borique fondu, et exposant ce mélange à la tempé-

rature la plus élevée d'un four à porcelaine, on obtient des octaèdres réguliers qui possèdent la composition et les propriétés du spinelle. Ces cristaux sont roses ou bleus, suivant qu'on ajoute au mélange un peu d'oxyde de chrome ou d'oxyde de cobalt.

M. Ebelmen a obtenu, par la même méthode, du cymophane et plusieurs autres aluminates cristallisés, du chromite de magnésie et plusieurs variétés de fer chromé en octaèdres réguliers, de l'émeraude et du péridot cristallisés.

L'acide borique est trop volatil pour pouvoir servir à la cristallisation de l'alumine. Dans ce cas, il faut employer du borax. En ajoutant un peu d'oxyde de chrome, on a obtenu des cristaux de rubis rouge dont la forme est celle de certains cristaux de corindon hyalin.

---

3. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Mondorff, près Luxembourg;* par M. de Kirckhoff. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIII, p. 350.)

Le trou de sonde de Mondorff a atteint une profondeur de 730 mètres, savoir :

Dans le lias.	54,11
Dans le keuper. . . .	206,02
Dans le muschelkalk. .	137,29
Dans le grès bigarré. .	316,34
Dans la grauwacke. .	16,24
	730,00

L'eau qui en sort a une température de 24°,75C. Sa densité à 21° est de 1,01134.

Outre 0,0000806 ou 40,5 centimètres cubes par litre d'acide carbonique, 0,0000228 ou 18,3 centimètres cubes par litre d'azote, et des traces de manganèse, de cuivre, d'étain et de matières organiques, elle contient sur 1000 parties en poids :

Chlorure de sodium.	8,721200
— potassium.	0,205900
— calcium.	3,166000
— magnésium.	0,424000
Bromure de magnésium.	0,098900
Iodure de magnésium.	0,000095
Sulfate de chaux.	1,641500
Carbonate de chaux.	0,085500
— magnésie.	0,006400
— protoxyde de fer.	0,022500
Silice.	0,007200
Acide arsénieux.	0,000270
— antimonieux.	0,000130
	14,379595

---

4. *Analyse chimique des produits des* SOURCES MINÉRALES de RIPPOLDSAU et d'ALEXISBAD au Hartz; par MM. Will et Rammelsberg. (Ann. de Pogg., t. LXI, pag. 192, et t. LXXII, p. 571.)

10.000 parties d'eau minérale de Rippoldsau contiennent, d'après M. Will :

	Source de Joseph.	Source de Wenzel.	Source de Léopold.
Oxyde d'antimoine. .	0,00016	0,00010	0,00024
Oxyde de zinc. . . .	0,00025	0,00017	0,00038
Acide arsénieux. . .	0,00600	0,00400	0,00900
Oxyde de cuivre. . .	0,00104	0,00069	0,00156
Oxyde de plomb. . .	0,00025	0,00016	0,00037

Le dépôt ocreux de la source de Joseph contient 50,59 p. o/o d'oxyde de fer et 1,134 p. o/o de ces autres métaux (à l'état métallique).

D'après M. Rammelsberg, l'analyse du dépôt des eaux d'Alexis Bad a donné :

	Alexis Bad. (Source du bain.)	Alexis Brunn. (Source à boire.)
Eau et substance organique.	26,33	23,93
Sable quartzeux.	6,02	6,71
Silice soluble.	0,43	6,91
Oxyde de fer.	65,30	53,88
Protoxyde de fer.	»	1,68
Oxyde de manganèse. . . .	0,76	6,95
Chaux.	0,15	0,40
Magnésie.	0,04	0,12
Acide carbonique.	»	1,36
Arsenic.	0,958	0,025
Cuivre.	0,017	0,001
Zinc.	0,003	
	100,008	101,966

5. *Sur la composition de l'*EAU *de plusieurs sources silicifères d'Islande*; par M. Damour. (Comptes rendus de l'Ac. des Sc., t. XXIV, p. 182.)

Elles renferment encore de l'acide sulfurique et du chlore qui n'ont pas été dosés.

I. Eau du Geyser.
II. Eau de Laugar.
III. Eau de la Bad Stofa.
IV. Source Sud du Hvergardin.
V. Eau de la Store-Hver.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Silice. . .	0,5190	0,1350	0,2630	0,3240	0,3160
Soude. . .	0,2427	0,0942	0,2529	0,3188	0,3172
Potasse. .	0,0097	»	0,0124	»	0,0156

M. Damour croit pouvoir attribuer la présence des alcalis et de la silice à l'action décomposante de l'eau pure agissant, à une température élevée et sous une pression considérable, sur les trachytes qui leur servent de récipient. Il a, en effet, constaté qu'en exposant de la mésotype calcinée à des lévigations successives à l'eau bouillante, il s'en dissout une quantité notable; ainsi 12^{gr},819 de mésotype calcinée ont cédé 0^{gr},3153 à 1/2 litre d'eau bouillante agissant par fraction. On voit par là avec quelle facilité certaines matières minérales, considérées comme insolubles, peuvent être décomposées et partiellement dissoutes par la seule action de l'eau s'exerçant à une température très-modérée et sous la pression ordinaire.

---

6. *Sur une* EAU MINÉRALE *acide du Parama de Ruis*; par MM. Boussingault et Léwy. (Comptes rendus de l'Ac. des Sc., t. XXIV, p. 397 et 449.)

L'analyse a donné :

Acide sulfurique.	0,518
Acide hydrochlorique. .	0,088
Alumine.	0,050
Oxyde de fer.	0,037
Soude.	0,036
Magnésie.	0,032
Silice.	0,018
Chaux.	0,014
Eau.	99,207
	100,000

On ne connaissait jusqu'à ce jour d'eau minérale acide que celle du Rio-Vinagre. L'eau thermale du Parama, qui prend également sa source

dans un terrain volcanique, en offre un second exemple, et renferme trois fois plus d'acide libre; cette circonstance a fait penser à M. Boussingault que, prenant sa source dans un pays où croît le quinquina, on pourrait utiliser cette eau pour la préparation de la quinine, et, en effet, un essai fait dans ce sens par M. Léwy a parfaitement réussi.

---

7. *Analyse des matières premières et des produits des salines de la Souabe*; par M. Fehling. (J. f. Prackt. Chem., t. XLV, p. 269.) (1)

1) *Sel gemme de Wilhemsglück, près Hall.*

	a.	b.	c.	d.
Chlorure de sodium	99,97	98,36	98,81	98,94
— calcium	»	»	0,02	0,02
Sulfate de soude	»	0,03	»	»
— chaux	0,02	0,55	0,11	0,16
Carbonate de chaux	»	0,52	0,16	0,07
— magnésie	»	0,13	0,15	0,10
Alumine et oxyde de fer	0,01	0,53	0,80	0,60
	100,00	100,12	100,05	99,89

2) *Saline près de Hall.*

	Eau salée.	Sel raffiné.	Eau mère.	Schlot.
Chlorure de sodium	25,720	98,900	25,840	6,15
Bromure de sodium	»	»	traces	»
Sulfate de soude	0,029	0,005	0,002	14,27
— chaux	0,170	0,498	0,410	63,05
— magnésie	»	»	0,070	»
Carbonate de chaux	0,003	0,005	»	10.00
— magnésie	»	»	»	0,57
Alumine et oxyde de fer	»	»	»	2,75
Argile et silice	»	»	»	0,26
Eau	74,078	0,602	73,678	2.95
	100,000	100,010	100,000	100,00

(1) Voir le mémoire de M. Combes sur les salines de la Souabe. Annales des mines, 2e série, t. IX, p. 391 et 543.

3) *Saline de Friedrichshall.*

	Eau salée.	Sel raffiné.			Eau mère.	Schlot.
		a.	b.	c.		
Chlorure de sodium.	25,5625	97,550	98,190	97,482	24,400	45,98
— magnésium.	0,0059	»	»	»	0,519	0,61
— calcium. . .	»	»	»	»	0,231	0,50
Bromure de sodium.	»	»	»	»	0,024	»
Sulfate de soude. .	»	0,009	0,004	0,030	»	»
— chaux. . . .	0,4374	0,934	0,818	0,695	0,421	50.56
— magnésie. .	0,0021	»	»	»	»	»
Carbonate de chaux.	0,0100	0,016	0,016	0,003	»	»
Alumine et oxyde de fer.	»	»	»	»	»	0,72
Eau.	73,9820	1,488	0,972	1,790	74,316	2,08
	99,9999	99,997	100,000	100,000	100,000	100,45

4) *Saline de Clemenshall.*

	Eau salée.	Sel raffiné.		Eaux mères.	
	—	a.	b.	c.	
Chlorure de sodium.	25,902	96,714	96,686	24,823	25,679
— magnésium.	traces.	»	»	0,661	0,305
— calcium. . .	»	»	»	0,477	0,035
Bromure de sodium.	»	»	»	0,042	0,022
Sulfate de soude. .	0,019	0,081	0,055	»	»
— de chaux. .	0,444	1,176	1,347	0,340	0,527
Carbonate de chaux.	0,019	0,040	0,050	»	»
Eau.	73,615	1,989	1,862	73,656	73,429
	99,999	100,000	100,000	99,999	99,997

5) *Saline de Bergfeld, près Sulz.*

	Eau salée.	Sel raffiné.	Eau mère.	Schlot.
	—	—	—	—
Chlorure de sodium. . . .	23,473	96,207	25,270	51,22
— calcium. . .	»	0,025	0,116	1,55
— magnésium.	»	»	0,530	0,50
Bromure de sodium. . . .	»	»	0,017	»
Sulfate de chaux.	0,508	1,632	0,466	43,38
Carbonate de chaux. . . .	0,016	0,034	»	»
Alumine et oxyde de fer.	»	»	»	1,50
Eau.	76,002	2,100	73,597	1,56
	99,999	99,998	99,998	99,66

Aux environs de Sulz, on exploite un sel dont la composition est :

Argile.	22,00
Alumine et oxyde de fer.	7,51
Sulfate de chaux.	46,95
Carbonate de chaux. . . .	9,04
— magnésie. . .	9,88
Chlorure de sodium. . .	1,09
Eau.	4,25
	100,72

Ce sel, arrosé d'eau-mère, sert pour l'amendement des terres.

6) *Saline de Wilhelmshall, près Rottenmunster.*

	Eau salée.	Sel raffiné.		Sel des bestiaux.	Eau mère.	Schlot.
	—	a.	b.	—	—	—
Chlorure de sodium. . .	25,625	98,162	96,305	96,070	25,008	75,34
— calcium.	»	»	»	»	0,438	0,24
— magnésium. . .	traces.	»	»	»	0,513	0,64
Bromure de sodium. . .	»	»	»	»	0,026	»
Sulfate de soude.	»	0,160	0,066	0,163	»	»
— chaux.	0,461	1,175	1,732	2,048	0,331	21,10
Carbonate de chaux. . .	0,030	0,065	0,075	0,112	»	»
Alumine et oxyde de fer.	»	»	»	traces.	»	0,38
Eau.	73,878	0,438	1,820	1,597	73,682	2,10
	100,004	100,000	99,998	99,995	99,998	100,00

7) *Saline de Wilhelmshall, près Schwenningen.*

	Eau salée.		Sel raffiné.				Eau mère.	Schlot.
	a.	b.	c.	d.	e.	f.		
Chlorure de sodium.	25,157	25,279	96,505	97,800	92,780	95,388	24,912	86,79
— de calcium.	0,013	0,027	»	0,085	0,080	0,099	0,644	0,92
— de magnésium.	»	»	»	»	»	»	0,403	»
Bromure de sodium.	»	»	»	»	»	»	0,014	»
Sulfate de chaux. .	0,465	0,455	1,413	0,303	1,445	2,943	0,303	9,44
Carbonate de chaux.	0,029	0,027	0,084	0,005	0,044	0,224	»	»
Oxyde de fer. . . .	»	»	»	»	»	»	»	0,11
Eau.	74,335	74,209	1,996	1,805	5,648	1,349	73,721	2,74
	99,999	99,997	99,998	99,998	99,997	99,998	99,997	100,00

8. *Analyse de l'*AGALMATOLITE *de Chine*; par M. Schneider. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIII, p. 316.)

Densité =2,763. L'analyse a donné :

Silice.	0,643
Magnésie.	0,324
Oxyde ferreux.	0,023
Oxyde manganeux.	0,002
Alumine.	0,005
Eau.	0,007
	1,004

qui conduit à la formule $Mg^3\ Si^5$.

---

9. *Sur le* SULFATE D'ALUMINE *natif*; par M. Hérapath. (J. f. Prackt. Chem, t. XL, p. 234.)

Ce minéral, très-abondant dans la Nouvelle-Galles du Sud, constitue des prismes microscopiques réguliers à quatre faces, solubles dans l'eau, dont l'analyse conduit à la formule $Su, Al + 6Aq$.

---

10. *Sur l'*APHTONITE ; par M. Svanberg (Compte rendu de Berzélius, t. XXVII, p. 236).

L'aphtonite est un minerai d'argent très-abondant, découvert dans la commune de Wermskog (Wermland). Il est semblable au fahlerz argentifère, d'un gris d'acier; dureté voisine du spath calcaire; densité=4,87; aigre, fusible au chalumeau.

L'analyse a donné :

		Soufre.		Rapp.
Cuivre.	32,910	16,696		
Zinc.	6,403	3,161		
Argent.	8,094	0,460		
Fer.	1,313	0,758	21,349	7
Cobalt.	0,491	0,267		
Plomb.	0,043	0,007		
Antimoine.	24,770		9,249	3
Soufre.	30,019			
Gangue.	1,292			
	100,365		30,598	

Ce qui conduit à la formule $7MS + Sb^2S^3$.

---

11. *Analyse de* L'ASBESTE *de* ZOEBLITZ; par M. E. Schmidt. (J. f. Prackt. Chem., t. XLV, p. 14.)

Ce minéral est vert-poireau et disséminé dans la serpentine. Par calcination, il prend une couleur jaune pâle; fond au chalumeau en filaments déliés, en jetant beaucoup d'éclat. Densité = 2,60 — 2,65. L'analyse a donné :

		Oxygène.	
Silice.	43,70		23,15
Alumine.	2,76		1,29
Protoxyde de fer. . .	10,03	2,23	
Magnésie.	29,90	11,60	14,35
Soude.	1,98	0,52	
Eau.	12,27		10,90
	100,70		

---

12. *Sur la* BAULITE; par M. Genth. (Ann. der Chem. und Pharm., t. LXVI, p. 270.)

La baulite est un minéral qui, associé au quartz, constitue le mont Baula en Islande. Il cristallise

en prismes rhomboïdaux obliques, incolores et transparents, ayant un éclat vitré. Sa cassure est inégale, légèrement conchoïde. Sa dureté = 5,5—6,0; sa dureté est de 2,656. Avec le borax et le sel de phosphore, il donne des verres limpides; il ne fond au chalumeau que lorsqu'il est en esquilles minces; il est insoluble dans l'acide chlorhydrique.

La baulite est toujours accompagnée de fer magnétique non titanifère, en petits octaèdres, facile à enlever au moyen du barreau aimanté ou de l'acide hydrochlorique.

La moyenne de deux analyses a donné :

Silice	80,23
Alumine	11,71
Chaux	1,21
Magnésie et oxyde manganeux	traces.
Potasse	4,92
Soude	2,26
	100,33

qui conduit à la formule $(K, Na)Si^6 + 3AlSi^6$.

13. *Sur la* BAGRATIONITE; par M. N. Kokscharow. (Ann. de Pogg., t. LXXIII, p. 183.)

Ce minéral a été rapporté par le prince Bagration des mines voisines d'Achmatowsk; il se trouve en beaux cristaux associés à du diopside blanc et à de la chlorite.

Il est opaque, de couleur noire; sa raclure est d'un brun foncé; sa dureté est comprise entre celles du quartz et du feldspath. Sa densité est de 4,115.

Il est inattaquable par les acides chlorhydri-

que et exotique ; un fragment fortement rougi sur le charbon à la flamme du chalumeau, se gonfle d'abord, bouillonne, puis se fond en un globule noir, brillant, qui agit sur l'aiguille aimantée. Le borax le dissout à la flamme oxydante en une perle transparente d'une couleur orangé foncé pendant qu'elle est chaude, d'un vert-bouteille après le refroidissement. Le sel de phosphore le dissout plus difficilement; il laisse un squelette de silice, et se fond en perle transparente orangée à une haute température, vert-bouteille en se refroidissant, incolore après le refroidissement complet.

La bagrationite (*Pl.* I, *fig.* 4, 5, 6 et 7) cristallise en prismes symétriques. Les angles et la notation symbolique des faces sont les suivants :

$o' = (a : -b : c)$	$m : m$	$= 109°\ 10'$	$2o : P$	$= 105°\ 10'$
$2o = (2a : b : c)$	$m : b$	$= 125°\ 25'$	$x : x$	$= 121°\ 15'$
$x = (a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{3}c)$	$o : a$	$= 118°\ 17'$	$x : b$	$= 145°\ 43'$
$M = (\infty a : b : c)$	$o : d'$	$= 149°\ 8'$	$x : d'$	$= 142°\ 49'$
$b = (\infty a : b : \infty c)$	$o' : b$	$= 129°\ 20'$	$x : o'$	$= 151°\ 19'$
$d' = (a : \infty b : \infty c)$	$o : P$	$= 141°\ 45'$	$x : m$	$= 151°\ 29'$
$P = (a : \infty b : \infty c)$	$o : m$	$= 142°\ 23'$	$P : m$	$= 104°\ 8'$
$2/3d = (\frac{2}{3}a : b : \infty c)$	$o' : 2o$	$= 116°\ 46'$	$P : d'$	$= 157°\ 20'$
$d = (a : b : \infty c)$	$2o : 2o$	$= 71°\ 35'$	$P : b$	$= 114°\ 55'$
$2d = (2a : b : \infty c)$	$2o : 2d$	$= 125°\ 48'$	$P : 2/3d$	$= 157°\ 38'$
$4d = (4a : b : \infty c)$	$2o : 2/3d$	$= 116°\ 10'$	$d' : b$	$= 187°\ 35'$
	$2o : b$	$= 111°\ 21'$	$d' : m$	$= 115°\ 20'$
	$2o : m$	$= 150°\ 41'$	$2/3d : d$	$= 168°\ 8'$

M. Kokscharow remarque que ce minéral se rapproche de la gadolinite par ses caractères et par quelques angles.

---

14. *Sur un nouveau* SOLIDE *à 48 faces;* par M. Kokscharow. (Ann. de Pogg., t. LXXIII, p. 183.)

M. Kokscharow décrit un cristal de fer oxydulé venant de la mine d'Achmatowsk (*Pl.* I, *fig.* 8), et qui est une combinaison du dodécaèdre rhomboïdal d, de l'octaèdre o, du cube c, de l'icositétraèdre $t=(a : a : 1/3\,a)$, du solide à 48 faces $z=(a : 1/3\,a : 1/5\,a)$, dont les faces sont parallèles aux arêtes d'intersection du dodécaèdre rhomboïdal et de l'icositétraèdre déjà cité, enfin d'un nouveau solide à 48 faces représenté par $x=(1/5a : 1/7a : 1/21\,a)$, qui forme un biseau étroit sur les arêtes de cet icositétraèdre.

---

15. *Sur la* BODÉNITE; par M. Kerndt. (Journ. für Prakt. Chem., t. XLIII, p. 219.)

Ce minéral cérifère, qui se trouve dans l'oligoklas de Boden, est en cristaux prismatiques ($\infty P=110°-112°$) ne présentant pas de clivages, opaques, bruns-rougeâtres ou noirâtres, à poussière d'un blanc sale, d'un éclat gras passant à l'éclat vitreux, à cassure inégale et conchoïde. Dureté un peu supérieure à celle du feldspath; densité $=3{,}523$.

Au chalumeau, il donne de l'eau dans le matras et devient d'un jaune pâle. Chauffé sur une feuille de platine, il présente le phénomène de l'éclair comme les gadolinites et pyrorthites. Il ne se fond que sur les bords d'esquilles minces. Avec le borax, le sel de phosphore et la soude, il donne les réactions du fer, de la silice et du manganèse. Les acides forts en séparent la silice à l'état gélatineux.

L'analyse a donné :

			Oxygène.	Rapp.
Silice.	26,121		13,57	3
Alumine.	10,336		4,82	1
Protoxyde de fer.	12,048	2,68		
Yttria.	17,434	3,47		
Chaux.	6,320	1,79		
Magnésie.	2,339	0,90		
Protoxyde de manganèse.	1,618	0,36	14,91	3
Potasse.	1,214	0,20		
Soude.	0,840	0,21		
Protoxyde de cérium. . .	10,460	1,55		
Oxyde de lanthane. . . .	7.566	1,08		
Eau.	3,019	2,67		
	99,315			

Ce qui conduit à la formule $R^3\, Si^2 + Al\, Si$.

---

16. *Sur la présence de la* BORACITE *dans une mine de sel gemme;* par M. Karsten. (J. f. Prackt. Chem., t. XL, p. 310.)

Ce minéral a été rencontré en masses blanches, compactes et amorphes dans le forage d'un trou de sonde aux salines de Stassfurth. Il paraît faire partie constituante des gîtes salifères. Il est possible qu'il existe également dans d'autres dépôts de sel gemme, et que ce soit à sa présence que l'on doive attribuer les dégagements connus d'acide borique.

---

17. *Analyse de la* CHABASIE *d'Annérode, près Giessen*; par M. Engelhardt. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLV, p. 370.)

Au rouge sombre ce minéral perd 13,604 p. 100 d'eau.

L'analyse a donné :

Silice.	48,312
Alumine.	19,469
Oxyde ferrique.	0,140
Chaux.	11,005
Magnésie.	0,256
Potasse.	1,170
Eau.	19,648
	100,000

qui conduit à la formule $rSi^2 + 3RSi^2 + 5Aq.$

---

18. *Analyses de la* CHALCOLITE *de Gunnislake (Cornwall) et de l'*URANITE *d'Autun;* par M. Werther. (J. f. Prakt. Chem., t. XLIII, p. 332.)

1) *Chalcolite.* Moyenne de trois analyses :

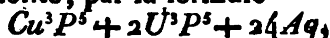
		Oxygène.	Rapp.
Oxyde d'urane. . . .	59,03	9,90	6
Acide phosphorique. .	14,34	8,03	5
Oxyde de cuivre. . .	8,27	1,66	1
Eau.	15,39	13,68	8
Gangue et silice. . . .	0,71		
	97,74		

2) *Uranite.*

			Oxygène.	Rapp.
Oxyde d'urane. . . .	63,28		10,580	6
Acide phosphorique. .	14,00		7,845	5
Chaux.	5,86	1,670	1,777	1
Baryte.	1,03	0,107		
Eau.	14,30		12,710	8
	98,47			

Ces deux minéraux peuvent donc être représentés :

La chalcolite, par la formule


$Cu^3P^5 + 2U^3P^5 + 24Aq$,

Et l'uranite, par $Ca^3P^5 + 2U^2P^5 + 24Aq$.

---

19. *Sur la* CHIOLITE; par M. C. Rammelsberg. (Ann. de Pogg., t. LXXIV, p. 314.)

La chiolite est un minéral très-voisin de la kryolite, trouvé dans le granite près de Miask, dont l'analyse a donné :

	M. Hermann.	M. Chodnew.	
Sodium.	23,78	26,54	26,85
Aluminium. . .	18,69	16,43	16,54
Potassium. . . .	»	0,59	
Magnésium. . .	»	0,93	
Yttrium.	»	1,04 (?)	
Fluor.	57,53	53,61	
Perte au feu. . .	»	0,86	
	100,00	100,00	

M. Rammelsberg a analysé deux chiolites : l'une (*a*), remise par M. Krantz, avait une densité de 2,842 — 2,898 ; l'autre (*b*), remise par M. G. Rose, avait une densité de 3,003 — 3,077.

L'analyse a donné :

	(a)			(b)		
Sodium. . . .	24,69	24,56	22,91	27,53	28,29	27,22
Aluminium. .	18,02	17,72	19,59		15,40	16,11
Fluor.	57,29	57,72	57,50		55,47	55,71
Perte au feu.	»	»	»		0,81	0,96
	100,00	100,00	100,00		100,00	100,00

Il y aurait donc effectivement, comme l'indiquaient les analyses de MM. Hermann et Chodnew, deux variétés de chiolite ayant pour formules, l'une $3NaFl + 2AlFl^3$, l'autre $2NAFl + AlFl^3$.

---

20. *Sur le* CHLOROPALE; par M. de Kobell. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIV, p. 95.)

D'après M. de Kobell, une partie de la silice que renferme le chloropale y est à l'état libre. L'analyse de deux échantillons, l'un, vert-pistache, de Passau (*a*), l'autre de Hongrie (*b*), a donné:

	a.	*b.*
Silice.	80,66	70,00
Oxyde ferrique. .	9,74	14,25
Alumine.	1,03	0,75
Eau.	5,33	15,00
Magnésie.	traces.	»
Résidu.	2,66	»
	99,32	100,00

21. *Analyses de la* COLUMBITE; par MM. Grewink et Bromeis. (Ann. de Pogg., t. LXX, p. 572 et t. LXXI, p. 168.)

L'analyse faite en attaquant le minéral par le bisulfate de potasse a donné:

	(1)	(2)
Acides niobique et pélopique.	80,06	78,599
Protoxyde de fer.	12,59	12,761
Protoxyde de manganèse. . .	5,97	4,483 (avec Yttria)
Yttria.	»	
Oxyde d'étain.	0,96	»
Oxyde de cuivre.	0,44 (avec oxyde de plomb)	0,004
Oxyde de plomb.		»
Chaux.	»	0,753
Magnésie.	»	3,011
Oxyde d'urane.	»	0,564
	100,02	100,172

(1) Columbite de l'Amérique du Nord. Densité

= 5,323. L'acide niobique domine et il n'y a que peu d'acide pélopique. (M. Grewink.)

(2) Columbite de Sibérie. Densité = 5,461. L'acide niobique est presque pur et ne renferme que des traces d'acide pélopique. (M. Bromeis.)

Dans la columbite de Bodenmais, au contraire, les acides niobique et pélopique se trouvent équivalent à équivalent, si même l'acide pélopique ne domine pas.

---

22. *Analyse d'un* COPROLITE *du Connecticut*; par M. Dana. (Leonardt's Jahrb. der miner., 1847, p. 729.)

Ce coprolite se trouve dans le grès et porte toujours des empreintes d'animaux. L'analyse a donné :

Magnésie et phosphate de chaux basique. . .	39,60
Carbonate de chaux.	34,77
Urate d'ammoniaque et de chaux.	3,00
Sel marin.	0,50
Sulfates de chaux et de magnésie.	1,75
Eau et matières organiques.	7,30
Grès.	13,17
	100,09

---

23. *Sur la* CONDURRITE; par M. Rammelsberg. (Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 305.)

Il résulte des expériences de M. Rammelsberg, que la condurrite dont M. Faraday avait donné l'analyse dans le *Philosophical Magazine*, 1827, p. 286, est un mélange d'acide arsénieux, de cuivre oxydulé, de sulfure de cuivre et d'un arséniure de

cuivre $CuAs^3$, très-différent de celui trouvé au Chili par M. Domeyko, comme le montre l'analyse suivante :

Partie soluble dans l'acide hydrochlorique.	Eau.	5,83			71,82
	Cuivre oxydulé. .	62,29			
	Acide arsénieux.	3,70			
Partie soluble dans l'eau régale.	Cuivre.	12,81	Cuivre. . 8,65	10,85	CuS
			Soufre. . 2,20		
	Arsenic.	13,89	Cuivre. . 4,16	18,05	$CuAs$
	Soufre.	2,20	Arsenic. 13,89		
Résidu insoluble dans les acides. .		0,70			
		101,42			

L'analyse du même minéral a donné à M. Blyth :

Cuivre. . . .	60,20
Arsenic. . .	19,51
Fer.	0,25
Soufre. . . .	2,33
Eau.	2,41
Carbone. . .	1,62
Hydrogène..	0,44
Azote. . . .	0,06
Oxygène. .	13,17
	98,99

24 *Sur la présence du* CUIVRE MÉTALLIQUE *dans le basalte en décomposition*, par M. Rhodius. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLIII, p. 212.)

On exploite au Virneberg, près Rheinbreitenbach, un minerai de cuivre qui repose sur la grauwacke. Ce minerai est composé, en majeure partie, de bisulfure de cuivre et de philippsite. Il renferme en moyenne 0,50 à 0,55 de cuivre métallique. A mesure qu'il approche de la surface du sol, le minerai change de nature, les sulfures sont remplacés par la malachite, le phosphoro-calcite et le cuivre oxydé. A la partie inférieure, ce mi-

nerai traverse une roche de basalte en décomposition; aux points de contact du minerai avec le basalte, on trouve des lamelles minces de cuivre métallique.

M. Rhodius a recherché la cause de cette réduction du cuivre. L'analyse de la roche basaltique et celle des minerais l'ont conduit à admettre que les sulfures de fer et de cuivre s'oxydent au contact de l'air et de l'eau, et, se dissolvant dans les eaux d'infiltration chargées de matières organiques, sont entraînés dans la roche basaltique; le cuivre se sépare peu à peu en présence de la matière organique et se dépose dans les fissures de la roche, pendant que l'acide sulfurique devient libre et enlève les bases au basalte.

Les analyses de M. Rhodius constatent, en effet, que la roche basaltique décomposée ne renferme ni chaux ni alcalis, et que l'olivine qui domine dans cette roche a perdu une partie de sa magnésie, tandis que l'eau qui s'écoule de la roche basaltique renferme 0,000636 de sulfate de magnésie et 0,000395 de sulfate de chaux.

---

25. *Sur le* CUIVRE VANADATÉ *de Friedrichsrode (Thuringerwald)*; par M. Credner. (Ann. de Pogg., t. LXXIV, p. 547.)

Le cuivre vanadaté de Friederichsrode se trouve dans une argile brune au centre d'un filon de manganèse qui traverse le vieux grès rouge. Il présente deux variétés, l'une verte, l'autre grise.

(*a*) *Variété verte.*

Ce minéral est cristallin, à petites lamelles, indiquant un clivage très-facile, d'un vert-serin,

et donne une poussière et une raclure jaune-verdâtre tirant sur le gris; éclat légèrement nacré suivant les faces de clivage; opaque, à peine translucide en lamelles minces; peu dur; densité =3,495. Chauffé dans le matras, il perd de l'eau et devient noir. Au chalumeau, il donne sur le charbon une perle brillante noire qui se réduit ensuite en un enduit métallique gris-noirâtre et en un bouton de cuivre métallique. Avec la soude, il donne également sur le charbon un bouton de cuivre métallique. Avec le borax et le sel de phosphore, il donne, dans la flamme extérieure, une perle verte tirant sur le jaune, qui devient d'abord d'un vert-émeraude dans la flamme intérieure, et donne ensuite un émail rouge de cuivre. Il se dissout aisément dans l'acide nitrique, sans effervescence et sans dégagement de chlore, ainsi que dans l'acide sulfurique concentré : dans ce dernier cas, il se dépose des aiguilles de sulfate de chaux.

L'analyse a donné :

		Oxygène.	
Oxyde de cuivre.	44,15	8,91	12,64
Chaux.	12,28	3,45	
Magnésie.	0,50	0,19	
Protoxyde de manganèse.	0,40	0,09	
Acide vanadique.	36,58		9,49
Eau.	4,62		4,10
Résidu insoluble.	0,10		
	98,63		

qui conduit à la formule $5\dot{C}u^4\dddot{V}a + 2\dot{C}a^4\dddot{V}a + 7\dot{H}$.

(*b*) *Variété grise.*

Ce minéral est compacte ou à grains fins, gris-

verdâtre avec un reflet brunâtre, à raclure et à poussière jaune-brunâtre tirant sur le vert; il est opaque, et présente un éclat cireux. Cassure inégale un peu esquilleuse; aigre; dureté = 3 1/2; densité = 3,860. Se comporte au chalumeau et avec les acides comme le précédent.

L'analyse a donné :

	I.	Oxygène.		II.		
Oxyde de cuivre.	38.27	7,72	12,88	38,90	7,83	13,23
Chaux.	16,25	4.68		17,40	4,80	
Magnésie.	0,92	0.36		0,87	0,37	
Protoxyde de manganèse.	0,52	0,12		0,53	0,12	
Acide vanadique.	39,02		10,13	36,91		9,58
Eau.	5,05		4,49	4,62		4,10
Résidu insoluble.	0.76			0,77		
	101,18			100,00		

qui correspond à la formule :



$$3\dot{C}u^4\dddot{V}a + 2\dot{C}a^4\dddot{V}a + 5\dot{H}.$$

---

26. *Sur le* DIASPORE; par M. Marignac. (Biblioth. univ. de Genève.)

Le diaspore se trouve en petits cristaux, associé au corindon dans la dolomie de Campo-Longo; ses prismes allongés et cannelés (*Pl. I, fig.* 9) ressemblent à de la topaze, et sont incrustés dans les cristaux mêmes de corindon, et couchés parallèlement aux arètes de la base hexagonale. Ils présentent les angles suivants, qu'on rapproche ici de ceux mesurés par M. Haidinger sur le diaspore de Schemnitz, et des angles du fer hydroxydé du Cornouailles, pour mettre en évidence l'isomorphisme de ces deux espèces minérales.

	Diaspore.		Fer hydroxydé.	
	Marignac.	Haidinger.	Phillips.	Dufrénoy.
M:M.	130° 0′	129°54′	130°40′	130°57′
$g^1:g^1$.	145°40′	70°54	»	»
$g^1:g^3$.	144°40′	»	»	»
$g^1:g^{5/3}$.	151°30′	»	»	»
$b^{1/2}:b^{1/2}$.	151°36′	151°36′	»	»
$b^{1/2}:b^{1/2}$ par-dessus $e^{1/2}$	116°38′	»	»	»
$g^1:b^{1/2}$.	104°12′	»	»	»
$i:i=(1,1,1/3)$. . .	126°12′	»	125°30′	126°10′
$i:i$ par-dessus $e^{1/2}$. .	122°15′	»	»	»
$g^1:i$.	116°56′	»	»	116°55′
$e^{1/2}.e^{1/2}$.	117°46′	»	117°30′	117°10′
$m:e^{1/2}$.	102°42′	»	»	»
$b^{1/2}:e^{1/2}$.	145°30′	»	»	»
$i^7:i^7$.	»	47°52′	»	»
$i^7:i^7$ par-dessus $e^{1/2}$. .	»	151°45′	»	»

27. *Sur la* DIORITE ORBICULAIRE *de Corse*; par M. A. Delesse. (Institut, n° 773, p. 325.)

Cette roche est essentiellement composée de feldspath et de hornblende disposés en couches alternantes et concentriques, et développés dans une pâte de diorite à grain moyen.

La hornblende est d'un vert foncé, d'une densité = 3,080. Sa composition est peu différente de celle de la hornblende de la syénite d'Alsace. Elle contient: silice 47,88; alumine 8,23; oxyde de chrôme et traces d'oxyde de manganèse 0,50; protoxyde de fer 16,15; chaux 7,04; magnésie 18,40; soude 0,65; potasse 0,14; eau et acide fluorhydrique 1,00.

Le feldspath est translucide, et a une couleur blanche, légèrement grisâtre ou bleuâtre. Son éclat est à la fois gras et nacré; sa densité = 2,737; sa forme cristalline le range parmi les feldspaths

du dernier système. Il résiste bien à l'action des agents atmosphériques et à la kaolinisation. Il est complétement attaquable par l'acide chlorhydrique. M. Delesse le considère comme une variété de vosgite ayant pour formule générale $rSi^3 + R^3 Si^2$.

L'analyse de ce feldspath a donné :

Silice.	48,62
Alumine.	34,66
Oxyde ferreux.	0,66
Chaux.	12,02
Magnésie.	0,33
Soude.	2,55
Potasse.	1,06
Eau.	0,49
	100,29

Dans la cristallisation de la roche la silice s'est partagée également entre le feldspath et la hornblende.

---

28. *Sur la* BISTERRITE; par M. de Kobell. (Jour. fur Prackt. Chem., t. XLI, p. 154.)

Ce minéral, de la vallée de Fassa (Tyrol), découvert par M. Breithaupt, cristallise en prismes hexagones offrant un clivage parallèle à la base. Dureté=5 sur la base et 6,25—6,50 sur les faces du prisme; densité=3,042,—3,051.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Silice.	20,00		10,40	3
Alumine.	43,22	20,23	21,31	6
Peroxyde de fer. . .	3,60	1,08		
Magnésie.	25,01	9,70	10,94	3
Chaux.	4,00	1,14		
Potasse.	0,57	0,10		
Eau.	3,60		3,19	1
	100,00			

qui conduit à la formule $3(\dot{M}g\ddot{A}l + \ddot{A}l\dddot{S}i) + Aq$.

---

29. *Sur les minéraux de la famille de l'*ÉPIDOTE; par M. R. Hermann. (Jour. für Prackt. Chem., t. XLIII, p. 81.)

1) *Zoïsite verte d'Arendal* (Norwège).

Ce minéral, en gros cristaux tabulaires (*Pl. I, fig.* 10, 11, 12 et 13), offre les angles suivants:

M : T = 115°20′	n : r = 125°15′
z : T = 125°	E : r = 144°10′
u : T = 144°20′	T : r = 128°20′
r : M = 116°15′	n : n = 109°25′

Sa dureté = 6,0 et sa densité = 3,38.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,29			
Acide carbonique. . .	2,64	1,91	21,29	3
Silice.	37,32	19,38		
Alumine.	22,85	10,64	14,10	2
Peroxyde de fer. . .	11,56	3,46		
Protoxyde de fer. . .	1,86	0,41	7,00	1
Chaux.	22,03	6,30		
Magnésie.	0,77	0,29		
	99,32			

qui correspond à la formule : $r\dddot{S}i + 2\ddot{R}\dddot{S}i$.

2) *Zoïsite verte d'Achmatowsk* (Oural).

En cristaux tabulaires dans le chloritschiefer, semblables aux précédents. Densité = 3,33—3,34.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,77			
Acide carbonique. . .	2,73	1,97	20,87	3
Silice.	36,45	18,90		
Alumine.	24,92	11,62	14,48	2
Peroxyde de fer. . .	9,54	2,86		
Protoxyde de fer. . .	3,25	0,71	7,11	1
Chaux.	22,45	6,40		
	100,11			

Même formule que ci-dessus.

3) *Zoïsite verte de la vallée de Schummaja* (Oural).

Dans du quartz laiteux en rognons dans le granite. Forme M, T, *r*, *s* et *l*. Dureté = 6,0; densité = 3,43.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,34			
Acide carbonique. . .	1,90	1,37	20,78	3
Silice.	37,47	19,41		
Alumine.	24,09	11,25	14,43	2
Peroxyde de fer. . .	10,60	3,18		
Protoxyde de fer. . .	2,81	0,61	6,96	1
Chaux.	22,19	6,35		
	99,40			

Même formule que ci-dessus.

4) *Pistazite d'Arendal* (Norwège).

En gros cristaux prismatiques vert-noirâtres, fortement translucides et à cassure vitrêuse. Forme M, T, *r*, *l*, *n* et *u*. Densité = 3,49.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,55			
Acide carbonique. . .	2,31	1,66	20,75	23
Silice.	36,79	19,09		
Alumine.	21,24	9,92	13,80	15
Peroxyde de fer. . .	12,96	3,88		
Protoxyde de fer. . .	5,20	1,14	7,12	8
Chaux.	21,27	6,08		
	100,32			

ou $6[\underbrace{r(Si,C)+R(Si,C)}_{\text{Zoisite,}}]+[\underbrace{2r(Si,C)+3R(Si,C)}_{\text{Bucklandite.}}]$.

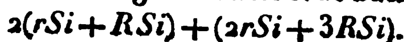
5) *Pistazite de Burawa* (Oural).

En cristaux noir-verdâtres et en masses grenues et bacillaires vert-pistache dans le quartz. Forme M, T, *r*, *n*, *n'*. Dureté = 6,0; densité = 3,35.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,67			
Acide carbonique. . .	0,89	0,64	19,76	11
Silice.	36,87	19,12		
Alumine.	18,13	8,45	12,71	7
Peroxyde de fer. . .	14,20	4,26		
Protoxyde de fer. . .	4,60	0,99		
Chaux	21,45	6,14	7,29	4
Magnésie.	0,40	0,14		
Soude.	0,08	0,02		
Acide borique.	traces			
	97,29			

qui donne un mélange de zoïsite et de bucklandite.



$$2(rSi + RSi) + (2rSi + 3RSi).$$

6) *Puschklinite* (pistazite de Werschneiwinsk, Oural).

En cristaux prismatiques ordinairement maclés (*fig.* 14 et 15), dans lesquels
h : M = 140°30', *u* : T = 144°23' et M : M' = 129°11'. Ils sont dichroïtes normalement à l'axe, rouges suivant la grande diagonale, verts suivant l'autre diagonale; vert-olive par réflexion. Cassure et éclat vitreux. Dureté = 6,0; densité = 3,43.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,65			
Acide carbonique. . .	0,79	0,57	20,01	11
Silice.	37,47	19,44		
Alumine.	18,64	8,68	11,92	7
Peroxyde de fer. . .	14,15	4,24		
Protoxyde de fer. . .	2,50	0,56	7,43	4
Chaux.	22,06	6,29		
Soude avec un peu de lithine.	2,28	0,58		
Acide borique.	traces			
	98,60			

Même formule que la pistazite de Burowa.

7) *Pistazite du Bourg-d'Oisans* (Dauphiné).

Densité = 3,38.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,66			
Acide carbonique. . .	1,22	0,89	20,42	6
Silice.	37,60	19,53		
Alumine.	18,57	8,67	12,68	3
Peroxyde de fer. . .	13,37	4,01		
Protoxyde de fer. . .	5,55	1,23	7,83	2
Chaux.	21,19	6,06		
Magnésie.	1,40	0,54		
	99,56			

ce qui conduit à la formule de la bucklandite :



$$2rSi + 3RSi.$$

8) *Pistazite d'Achmatowsk* (Oural).

En beaux cristaux transparents, vert d'herbe, dans le chloritschiefer et la chaux carbonatée. Dureté = 6,0 ; densité = 3,39.

L'analyse a donné :

	I.	II.	Moyenne.	Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,59	0,59	0,59			
Acide carbonique. .	1,61	1,61	1.61	1.15	20,41	5
Silice.	36,87	37,38	37,13	19,28		
Alumine.	18,72	18,25	18,48	8.61	12,31	3
Peroxyde de fer. . .	12.34	12,31	12,33	3,70		
Protoxyde de fer. .	2,20	2.20	2 20	0,48		
Chaux.	24 79	24,72	24,75	7.08	7,94	2
Magnésie.	0,39	0.39	0,39	0,25		
Soude.	0,91	0,91	0,91	0,23		
Acide borique. . . .	traces.	traces.	traces.			
	98,42	98,36	98,39			

Même formule que la bucklandite.

9) *Bucklandite d'Achmatowsk.*

En cristaux noirs très-rares (*Pl. I, fig.* 16 et 17) dans la chaux carbonatée, avec grenats et diopside, que l'on a souvent pris pour du sphène noir, mais que leur forme et surtout la mesure des angles doit faire rapporter à l'épidote noire. Poussière grise. Dureté = 6,0; densité = 3,51.

L'analyse a donné:

		Oxygène.		Rapp.
Eau.	0,68			
Acide carbonique. . .	0,32.	0,23	19,38	5
Silice.	36,97	19,15		
Alumine.	21,84	10,18	13,24	3
Peroxyde de fer. . .	10,19	3,06		
Protoxyde de fer. . .	9,19	2,02	8,05	2
Chaux.	21,14	6,03		
	100,33			

qui conduit à la formule $2r\dot{S}i + 3R\dot{S}i$.

10) *Orthite* ou *épidote cérifère.*

M. Hermann fait remarquer que sauf la teneur en eau ou bitume, les sept espèces d'orthites ont la plus grande analogie par leur composition, leur forme cristalline et l'ensemble de leurs caractères physiques, avec la famille de l'épidote, à laquelle il propose de les réunir.

a) *Oural-orthite*, de Miask.

Souvent confondu avec la tschewkinite. Ce dernier minéral a une densité de 4,50, un éclat très-vif, une cassure vitreuse et conchoïde, et bouillonne au chalumeau avant de se fondre. Il est très-rare, et on n'en connaît que deux échantillons; ceux analysés par MM. Ulex et Choubine étaient de l'oural-orthite. L'oural-orthite, au contraire, a une densité de 3,4—3,6, un éclat gras, une cassure inégale, et ne fond au chalumeau, sur les bords, qu'à une très-haute température et sans bouillonnement. Il est noir-brunâtre opaque; il cristallise en tables (*Pl. I*, *fig.* 18), donnant approximativement les angles suivants :

T : M = 115°30′; T : *x* = 125° ; *x* : *u* = 90°30′
T : *r* = 128°30′; T : *u* = 144°30′; *r* : M = 116°30′

Dureté=6,0; densité=3,41—3,60. Donne une poussière grise qui brunit par le grillage, se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique, mais n'est plus que partiellement attaqué après une calcination préalable.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Silice.	34,472		17,85	12
Alumine.	14,362	6,64	8,93	6
Peroxyde de fer. . .	7,665	2,29		
Protoxyde de fer. . .	8,236	1,81	8,39	6
Protoxyde de cérium.	14,791	2,19		
Protox. de lanthane.	7,662	1,09		
Chaux.	10,201	2,91		
Magnésie.	1,079	0,39		
Eau.	5.560		1,38	1
	100,023			

ce qui conduit à la formule $6(r\dot{S}i + R\dot{S}i) + Aq$.

b) *Orthite de Werchoturie* (Sibérie).

Regardé précédemment par Erman pour de la gadolinite, par G. Rose pour de la bucklandite, et par Kupffer pour de l'orthite. En cristaux noirs simples ou maclés, facilement mesurables au goniomètre d'application, avec zircons, dans le granite; éclat gras dans la cassure. Dureté = 6,0; densité = 3,48 — 3,66. Fond au chalumeau en scorie noire; donne de l'eau dans le matras, et les réactions du fer et de la silice avec les réactifs.

L'analyse a donné :

Silice.	32,46
Alumine.	18,09
Peroxyde de fer. . . . . } Protoxyde de fer. . . . . }	13,84
Protoxyde de cérium.	6,77
Protoxyde de lanthane.	9,76
Yttria.	1,50
Chaux.	13,18
Magnésie.	1,02
Oxyde de cuivre et de manganèse.	traces.
Eau.	3,40
	100,02

---

30. *Sur l'*ÉPIDOTE, *l'*HUMITE, *la* PINITE *et la* GIGANTOLITE; par M. de Marignac. (J. de Pharm. et de Chim., 3e série, t. XII, p. 150.)

Épidote. L'examen de cristaux du Vésuve, du Dauphiné et du Piémont ont conduit l'auteur à adopter, pour forme primitive de l'épidote, un prisme rhomboïdal oblique sous l'angle de 66° 15', dont la base est inclinée sur l'axe de 115° 27'.

Humite du Vésuve. Ce minéral est identique avec la chondrodite ; l'analyse a donné :

Silice.	30,88
Magnésie.	56,72
Oxyde de fer	2,19
Acide hydrofluorique. . .	10,21
	100,00

Pinite. En prismes hexaèdres réguliers, presque toujours tronqués de manière à produire des prismes dodécagones.

I. Pinite d'Auvergne d'un gris-clair ; densité = 2,74.

II. Pinite de Saxe, d'un gris-verdâtre ; densité = 2,75.

III. Pinite du mont Brevent, près Chamouny, vert-noirâtre ; densité = 2,84.

	I.	Oxygène.		II.	Oxygène.		III.	Oxygène.	
Silice (diff.) . .	47,50		24,67	46,10		23,95	44,70		[illegible]
Alumine . . .	31,80		14,85	32,46		15,16	31,64		[illegible]
Oxyde ferreux.	3,92	0,87	3,32	4,27	0,94	3,45	6,57	1,46	4,18
Magnésie. . . .	1,78	0,69		2,26	0,87		2,86	1,10	
Potasse.	9,05	1,53		9,00	1,52		7,89	1,33	
Soude.	0,92	0,23		0,46	0,12		0,95	0,24	
Eau.	5,03		4,47	5,45		4,85	5,39		4,79

D'où l'on déduit la formule $3rSi^3+4R^3Si^3+4Aq$.

Gigantolite.

L'analyse a donné : I, par le carbonate de soude ; II, par l'acide fluorhydrique :

	I.	II.	Moyenne.
Silice.	42,59	—	42,59
Alumine.	31,80	26,47	26,67
Oxyde ferreux.	14,21	14,10	14,16
Oxyde manganeux . .	1,07	0,83	0,95
Magnésie.	2,72	2,54	2,63
Potasse.	—	5,44	5,44
Soude.	—	0,86	0,86
Eau.	5,70	6,08	5,89
			99,19

31. *Sur un* FELDSPATH *vert-poireau du bodenmais;* par M. Kerndt. (J. für prack. Chem., t. XLIII, p. 207.)

En cristaux présentant les faces

$$F = a : b : \infty c; \quad P = a : \infty b : c; \quad M = a' : \infty b : c';$$
$$n = a : 1/4 b : c; \quad o = a' : 1/2 b : c.$$

dans lesquelles M et P dominent.

Deux clivages distincts. Dureté de l'oligoklas. Densité, en morceaux = 2,5465, en poudre = 2,5490.

La moyenne de deux analyses a donné :

			Oxygène.	Rapp.
Silice	63,657		33,07	— 8
Alumine	17,271		8,08	— 2
Protoxyde de fer	0,451	0,10		
Protoxyde de manganèse	0,153	0,03		
Chaux	0,394	0,10	4,22	— 1
Magnésie	2,281	0,88		
Potasse	10,659	1,80		
Soude	5,134	1,31		
	100,000			

qui conduit à la formule $KSi^3 + 2AlSi^3$.

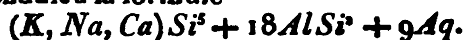
---

32. *Sur l'*HARMOTOME *à base de chaux;* par M. Connel. (Leonhardt's Jahrb. f. miner., 1846, p. 79.)

Cristaux transparents dont la densité = 2,17. L'analyse a donné :

Silice	47,35
Alumine	21,80
Chaux	4,85
Potasse	5,55
Soude	3,70
Eau	16,96
	100,21

qui conduit à la formule



$$(K, Na, Ca)Si^5 + 18 AlSi^2 + 9 Aq.$$

33. *Sur la* HAUÉRITE; par M. Haidinger. (Ann. de Pogg., t. LXX, p. 149.)

La hauérite a été trouvée dans la mine de Kalenka, près Vegles, non loin d'Altsohl, en Hongrie.

Ce minéral, cristallisé dans le système régulier, se trouve en octaèdre tronqué par les faces du cube du dodécaèdre rhomboïdal, d'un dodécaèdre pentagonal, etc. Il a l'éclat adamantin, rarement métallique. Sa couleur varie du rouge-brun foncé au brun-noir; en écailles minces, il est d'un brun-rouge et faiblement translucide; sa râclure est d'un brun-rouge. Sa dureté est celle de la chaux fluatée. Sa pesanteur spécifique égale à 3,463.

Dans le tube il dégage un peu de soufre et laisse un résidu vert soluble dans les acides avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Avec les réactifs, il donne les réactions du manganèse.

Il est composé de :

Soufre.	53,64	53,7
Manganèse. . . .	42,97	46,3
Fer.	1,30	
Gangue.	1,20	
	99,11	

Cette composition est représentée par MnS^2, et l'on doit remarquer que la hauérite est isomorphe avec la pyrite.

34. *Sur l'*HISINGERITE ; par M. C. Rammelsberg. (Ann. de Pogg., t. LXXV, p. 398.)

A. *Hisingerite de Riddarhyttan.*

En masse compacte noire, fissurée et recouverte d'ocre brune, pénétrée de pyrite de fer. Fond au chalumeau en une scorie magnétique.

L'analyse a donné :

				Oxygène.	
Hisingerite : 72,69	Silice.	24,04	33,07		17,18
	Peroxyde de fer.	25.28	34,78		10,43
	Protoxyde de fer.	12,79	17,59	3,90	4,81
	Chaux.	1,86	2,56	0,73	
	Magnésie. . . .	0,33	0,46	0,18	
	Eau.	8,39	11,54		10,26
			100,00		
Pyrite de fer cuivreuse : 27,31	Soufre.	13,80			
	Cuivre.	1,85			
	Fer.	11,66			
		100,00			

Ce qui conduit à la formule $fSi + 2FSi + 2Aq$.

B. *Hisingerite de la mine de Gillinge.*

Ne présente pas d'enduit brun et de pyrite de fer, et ne fond pas au chalumeau.

L'analyse a donné :

		Oxygène.	
Silice.	32,18		16,72
Peroxyde de fer. . .	30,10		9,03
Protoxyde de fer. . .	8,63	1,91	5,13
Chaux.	5,50	1,56	
Magnésie.	4,22	1,66	
Eau.	19,37		17,12
	100,00		

Ce qui conduit à la formule $fSi + 2FSi + 3Aq$.

35. *Sur l'*IDOCRASE *ou vésuvienne de Sibérie*; par M. Hermann. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIV, p. 193.)

1) *Idocrase de Wilui* (Sibérie orientale).

Ce minéral, connu sous le nom de *wiluite*, se trouve dans un tuf volcanique traversé par le Wilui, l'un des affluents de la Léna. En cristaux présentant les deux prismes M et *d*, le pointement octaédrique *c* et la base P. Couleur vert-brunâtre; transparent en esquilles minces. Densité = 3,375.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		
Silice..	38,23		19,82	14
Alumine.	14,32	6,68	8,28	6
Peroxyde de fer.	5,34	1,60		
Protoxyde de fer.	1,03	0,22	12,57	9
Protoxyde de manganèse.	0,50	0,11		
Chaux.	31,20	9,78		
Magnésie.	6,37	2,46		
	99,99			

2) *Idocrase d'Achmatowsk*, près Slatoust.

Ce minéral se trouve au contact du chloritschiefer et de la chaux carbonatée. Tantôt il cristallise comme le précédent, tantôt il affecte la forme d'octaèdre tronqué (*Pl. I, fig.* 21 et 22). Couleur vert-pistache; éclat vitreux; partie transparente, partie translucide. Densité = 3,40.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Acide carbonique.	0,70	0,50	20,01	14
Silice.	37,62	19,51		
Alumine.	13,25	6,16	8,29	6
Peroxyde de fer.	7,12	2,13		
Protoxyde de fer.	0,60	0,13	12,12	9
Protoxyde de manganèse.	0 50	0,11		
Chaux.	36,43	10,41		
Magnésie.	3,79	1,47		
	100,01			

3) *Idocrase de Poläkowsk* (district de Slatoust).

Ce minéral se trouve cristallisé, bacillaire ou amorphe formant un filon dans la serpentine. Vert d'asperge clair; transparent à l'état cristallisé, et translucide à l'état amorphe; éclat vitreux. Densité = 3,42. En prismes octaédriques avec pointements (*Pl. I*, *fig.* 19 et 20).

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Silice.	38,185		19,84	14
Alumine.	14,345	6,70	8.27	6
Peroxyde de fer.	5,261	1,57		
Protoxyde de fer.	0,610	0,13	12,18	9
Protoxyde de manganèse.	2,100	0,47		
Chaux..	32,686	9,18		
Magnésie.	6,200	2,40		
	99,387			

Ce qui conduit, pour cette idocrase comme pour les précédentes, à la formule $3r^3 Si^2 + 2R^3 Si^4$.

4) *Idocrase compacte de l'Oural.*

L'idocrase compacte de Mramorsk (district de Katherinenbourg), connue sous le nom de prehnite compacte de Katherinenbourg, et l'idocrase compacte du ruisseau de Barsowka, près Kysch-

tym, connue sous le nom de chrysoprase de Kyschtym, sont fortement translucides, d'une couleur vert-pomme clair ou vert-pistache. Cassure esquilleuse, matte et inégale; dureté du quartz; densité = 3,30 — 3,37. Fond facilement au chalumeau avec bouillonnement.

L'analyse de l'idocrase de Kyschtym a donné :

Acide carbonique. .	1,50
Silice.	39,20
Alumine.	16,56
Peroxyde de fer. . .	1,20
Protoxyde de fer. .	0,30
Chaux.	34,73
Magnésie.	4,00
Potasse et soude. . .	2,00
	99,49

36. *Sur la* KERAMOHALITE; par M. Jurasky. (Oesterr. blät. f. lit., 1847, p. 434.)

Ce minéral vient de Rudein, près Kœnigsberg (Hongrie), où il est accompagné de sulfate de fer. Les circonstances de sa formation prouvent qu'il est d'origine moderne et provient de la décomposition du feldspath et des minerais riches en pyrite qui abondent dans la localité. Il forme des couches cristallines et des géodes à structure fibreuse. Suivant M. Haidinger les cristaux sont des tables à six pans dont deux angles sont de 92° et les quatre autres de 134°. Il est très-soluble dans l'eau et possède une réaction acide; sa saveur est forte, douceâtre et astringente. Chauffé, il se gonfle, perd de l'eau, et forme une masse légère, poreuse, très-soluble dans l'eau chaude et insoluble dans l'eau froide.

L'analyse a donné :

Alumine.	14,30
Oxyde ferreux.	2,15
Acide sulfurique.	36,75
Eau.	44,60
Résidu insoluble dans l'eau.	2,01
	99,81

qui représente du sulfate neutre d'alumine ($AlSu^3+6Aq$) mélangé d'un peu de sulfate de fer.

37. *Sur la* KREITTONITE, *nouvelle variété de spinelle;* par M. de Kobell. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIV, p. 99.)

Ce minéral est noir-verdâtre, opaque, à cassure conchoïde, à éclat vitreux, et légèrement magnétique; il cristallise en octaèdres modifiés par le dodécaèdre rhomboïdal; sa densité = 4,49. Il est infusible au chalumeau. Il vient de Bodenmais, où il se trouve associé à la pyrite magnétique et à la galène.

L'analyse a donné :

Alumine.	44,66	49,62
Oxyde ferrique.	16,63	18,48
Oxyde de zinc.	24,00	26,64
Magnésie.	3,05	3,39
Oxyde manganeux. . . .	1,30	1,44
Résidu non attaqué. . .	10,00	»
	99,64	99,57

38. *Sur le* MANGANÈSE CUPRIFÈRE *de Friedrichstadt* (*Thuringerwald*), par MM. Credner et Rammelsberg. (Ann. de Pogg., t. LXXIV; p. 546 et 559.)

Ce minéral que l'on trouve accompagné de volbortite dans un filon de manganèse traversant le vieux grès rouge, est cristallin, lamelleux, opaque, d'un noir de fer tirant sur le gris d'acier, et a un éclat métallique. Un clivage très-facile et deux autres clivages moins nets non rectangulaires. Dureté=4,5; densité, d'après M. Credner=5,015 à 5,046, d'après M. Rammelsberg=4,959—4,977. Au chalumeau, des esquilles minces fondent sur les bords. Avec le borax, on obtient une perle violet foncé, et avec le sel de phosphore une perle verte qui devient bleue par le refroidissement et rouge de cuivre dans la flamme réductive. Il se dissout avec dégagement de chlore dans l'acide chlorhydrique et donne une liqueur verte.

D'après M. Credner, il se compose de:

		Oxygène.	
Oxyde de cuivre.	42,13	8,50	
Protoxyde de manganèse. .	22,96	5,15	13,70
Baryte.	0,52	0,03	
Sesquioxyde de manganèse.	31,25		9,45
Chaux.	0,63		
Acide vanadique.	traces.		
Eau.	0,25		
Résidu insoluble.	0,63		
	98,35		

Ce qui conduit à la formule $5\dot{C}u^4 \dddot{\overline{M}}n + 3\dot{M}n^4 \dddot{\overline{M}}n$.

D'après M. Rammelsberg, ce minéral, auquel il propose de donner le nom de *crednerite*, ne ren-

fermerait que du sesqui-oxyde de manganèse et pas de protoxyde.

Diverses analyses faites sur des échantillons différents lui ont donné :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Baryte.	2,01	3,08	2,71	1,04	1,48
Oxyde de cuivre.	23,73	32,35	34,65	40,02	40,65
Protoxyde de manganèse.	64,24	56,29	54,72	51,69	52,55
Oxygène.	8,83	8,58	6,51	7,25 (diff.)	5,78
Chaux.	traces.	0,76	traces.	traces.	traces.
Acide vanadique.	traces.	traces.	traces.	traces.	traces.
	98,81	99,06	98,59	100,00	100,46

que l'on peut approximativement représenter par les formules :

1	2 et 3	4 et 5
$\dot{\mathrm{Cu}}^{2}\dddot{\mathrm{Mn}}^{3}$ ou $\dot{\mathrm{Cu}}^{3}\dddot{\mathrm{Mn}}^{4}$	$\dot{\mathrm{Cu}}^{6}\dddot{\mathrm{Mn}}^{5}$	$\dot{\mathrm{Cu}}^{3}\dddot{\mathrm{Mn}}^{3}$

---

39. *Sur le* CARBONATE *de protoxyde de manganèse natif*; par M. Robert Kane. (Philosoph. magaz., janv. 1848, p. 37.)

Ce minéral forme une couche de quelques pouces dans un banc de tourbe de 2 pieds, reposant sur le grès bigarré et le thonschiefer à 300 mètres au-dessus du niveau de la mer; il a été découvert par le percement d'une nouvelle route entre Scariff et Gart, comté de Clare. Il est en rognons jaunâtres.

L'analyse a donné :

	A	B
Carbonate de protoxyde de manganèse.	74,55	79,94
— de chaux.	traces.	2,43
— de protoxyde de fer.	15,01	11,04
Alumine et sable.	0,33	0,37
Substances organiques et perte. . . .	10,11	6.22
	100,00	100,00

---

40. *Sur la* MEDJIDITE *et la* LIEBIGITE; par M. Lawrence Smith. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLVI, p. 253.)

Ces deux nouveaux minéraux ont été trouvés près d'Andrinople, sur de la pechblende renfermant des cristaux de pyrite de cuivre et recouverts de cristaux de gypse et d'un peu d'oxyde de fer.

La *medjidite* est du sulfate double d'urane et de chaux hydraté ($U^3Su^3+CaSu^3+15Aq$), d'une couleur jaune d'ambre et transparent. Il a une structure imparfaitement cristalline et une cassure résineuse. Sa dureté = 2,5. Chauffé légèrement, il perd de l'eau et prend une couleur jaune-citron; au rouge, il devient noir. Au chalumeau et avec le borax, il produit un verre jaune dans la flamme extérieure, et un verre vert dans la flamme intérieure. Il est insoluble dans l'eau et soluble dans l'acide hydrochlorique.

La *liebigite* est un carbonate double d'urane et de chaux hydraté ($U^3C^2+CaC^2+20Aq$), d'un beau vert-pomme, transparent et à cassure vitreuse, qui se présentent sous la forme de concrétions clivables suivant une seule direction. Sa dureté varie entre 2,0 et 2,5. Chauffé légèrement, il perd de l'eau et devient blanc-verdâtre; au rouge, il noir-

çit sans se fondre et devient orange par le refroidissement. Avec le borax, il se comporte comme la medjidite.

---

41. *Analyse de la* MENDIPITE *de la mine Kunibert*; par M. Schnabel. (Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 516.)

Plomb. . . .	85,69
Chlore . . .	9,87
Oxygène. . .	4,44
	100,00

Cette composition satisfait à la formule

$$PbCl + 2PbO.$$

---

42. *Analyse du* FER MÉTÉORIQUE *de Braunau*; par A. Duflos et W. Fischer. (Ann. de Pogg., t. LXXII, p. 475.)

Fer.	91,882
Nickel.	5,517
Cobalt	0,529
Cuivre. . . . . Manganèse. . . Arsenic. . . . . Calcium. . . . . Magnésium. . . Silicium. . . . Charbon. . . . . Chlore. . . . . Soufre.	2,072
	100,000

Ce fer météorique n'est pas partout homogène et englobe en certains points des nodules de sulfure de fer, dans lesquels M. Fischer a aussi constaté la présence du carbone, du phosphore et du chrome.

43. *Sur le* FER MÉTÉORIQUE *du Texas et sur celui de Lockport;* par MM. Silliman et Hunt. (Ann. der Phys. und Chem., t. LXXI, p. 544.)

L'analyse a donné :

Fer météorique du Texas.

Fer.	90,911
Nickel.	8,462
Phosphore, carbone, cuivre et antimoine.	0,500
	99,873

Fer météorique de Lockport.

Fer.	92,583
Nickel.	5,708
Cuivre et arsenic.	traces.
Résidu insoluble.	1,400
	99,691

---

44. *Analyse de la* PIERRE MÉTÉORIQUE *de Juvenas;* par M. C. Rammelsberg. (Ann. de Pogg., t. LXXIII, p. 585.)

1° Partie soluble dans les acides (anorthite.)— 36,73 p. o/o.

		Oxygène.	
Silice.	44,38		23,06
Alumine.	33,73	15,75	16,73
Oxyde de fer.	3,29	0,98	
Chaux.	18,07	5,14	5,59
Magnésie.	0,36	0,14	
Soude.	1,03	0,26	
Potasse.	0,33	0,05	
Acide phosphorique. . .	0,54		
Protosulfure de fer. . .	0,71		
	102,44		

2° Partie insoluble dans les acides (augite.)—63,23 p. o/o.

		Oxygène.	
Silice.	52,07	27,16	27,27
Alumine.	0,24	0,11	
Protoxyde de fer.	30,81	6,91	12,57
Chaux.	5,68	1,61	
Magnésie.	9,98	3,95	
Soude.	0,41	0,10	
Fer chromé.	2,13		
Acide titanique.	0,16		
	101,48		

Ce qui donne pour l'analyse complète:

	Anorthite.	Augite.	En tout.
Silice.	16,31	32,92	49,23
Alumine.	12,40	0,15	12,55
Peroxyde de fer.	1,21	»	1,21
Protoxyde de fer.	»	20,33	20,33
Fer métallique.	0,16	»	0,16
Chaux.	6,64	3,59	10,23
Magnésie.	0,13	6,31	6,44
Soude.	0,37	0,26	0,63
Potasse.	0,12	»	0,12
Acide phosphorique.	»	»	0,28
Acide titanique.	»	»	0,10
Oxyde de chrome.	»	»	0,24
Soufre.	»	»	0,09
			101,61

---

45. *Analyse du* FER MÉTÉORIQUE *de Seelasgen; près Schwiebuz,* par MM. Duflos et Rammelsberg. (Ann. de Pogg., t. LXXIV, p. 61 et 443.)

La densité du fer météorique est de 7,63 — 7,71 — 7,73. Il contient:

	Rammelsberg.		Duflos.
Fer renfermant environ 1 p. 0/0 de manganèse . .	92,327	F Mn	90,000 0,912
Nickel.	6,228		5,308
Cobalt.	0,667		0,434
Étain et cuivre.	0,049	Cu	0,104
Silicium.	0,026		1,157
Charbon en partie à l'état de graphite.	0,520		0,834
Résidu insoluble.	0,183		
	100,000		98,749

Le résidu insoluble se compose, d'après M. Rammelsberg, de

Soufre. . . .	non déterm.	0,26
Phosphore. .	6,13	7,93
Fer.	59,23	61,13
Nickel. . . .	26,78	28,90
Cuivre. . . .	0,78	non déterminés.
Étain. . . .	0,20	

Un sulfure métallique qui se trouve en grains d'un jaune météorique brunâtre dans la masse de fer contient, d'après M. Duflos :

Soufre.	28,155
Fer.	65,816
Nickel et cobalt. . .	1,371
Cuivre.	0,566
Protoxyde de fer. .	0,874
Oxyde de chrome. .	1,858
	98,640

46. *Analyses de divers minéraux* (ZIRCON, SCOLÉZITE, POUSSIÈRE MÉTÉORIQUE et CARBONATE DOUBLE *de chaux et de magnésie cobaltifère*); par W. Gibbs. (Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 559.)

1) *Zircon*. Brun clair, transparent en écailles minces. Densité, 4,7.

		Oxygène.
Silice.	35,26	18,30
Zircone.	63,33	16,33
Oxyde de fer.	0,79	
Matière non attaquée. .	0.36	
	99,74	

2) *Carbonate de chaux et de magnésie cobaltifère*. Minéral compacte et grenu, avec des clivages rhomboédriques reconnaissables, d'un rouge-cramoisi accompagné de quartz, de blende et de galène, de la mine de Pzibram, en Bohême. Densité 3,921.

	(I)	(II)	Oxygène.	
Chaux.	31,72	34,86	9,05	16,92
Magnésie.	16,68	17,37	6,72	
Protoxyde de cobalt. .	5,17	4,24	0,90	
Protoxyde de fer. . .	1,36	1,16	0,25	
Acide carbonique. . .	45,12	45,37		33,00
	100,00	100,00		

3) *Scolézite d'Islande*.

Silice. . . .	46,72
Alumine. . .	25,90
Chaux. . . .	13,71
Eau.	13,67
	100,00

composition représentée par la formule



$$Ca\,Si^3 + 3A\,Si + 3Aq.$$

4) *Poussière météorique tombée sur un vaisseau anglais dans l'Atlantique.* Cette poussière renfermait : eau et matières organiques, 18,53 p. 0/0. Après calcination dans un creuset de platine, l'analyse a donné :

Silice.	45,575
Alumine.	20,547
Oxyde de fer.	9,388
Oxyde de manganèse.	4,222
Carbonate de chaux.	11,771
Magnésie.	2,209
Potasse.	3,645
Soude.	2,332
Oxyde de cuivre. . .	0,306
	99,995

47. *Sur la* MONAZITOÏDE, *nouveau minéral;* par M. Hermann. (J. f. Prackt. Chem., t. XL, p. 21.)

Ce minéral découvert, dans un gisement d'urano-tantale, à l'Est du lac Ilmen, près de Miask, est souvent associé à la monazite, et cristallise sous deux formes : l'une est la même que celle de la monazite, c'est-à-dire un prisme rhomboïdal oblique sous l'angle de 92° 30′; l'autre consiste en octaèdres dont le noyau primitif est également un prisme oblique rhomboïdal. La monazitoïde est brune et offre une cassure à éclat résineux, tandis que la monazite est rouge et a une cassure mate et terreuse. Sa dureté égale celle de l'apatite ; sa densité = 5,281.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Oxyde de cérium.	49,35	7,31	10,78	1
Oxyde de lanthane.	21,30	3,04		
Chaux.	1,50	0,43		
Acide phosphorique.	17,94		10,05	1
Acides tantalifères.	6,27			
Eau.	1,36			
Magnésie et protoxyde de fer.	traces.			
	97,72			

qui conduit à la formule $(Ce, La) P$.

48. *Sur la* MUROMONTITE; par M. Kerndt. (J. für Prackt. Chem., t. XLIII, p. 228.)

Ce minéral cérifère vient de Mauersberg, près Marienberg, dans l'Erzgebirge Saxon. Il se trouve, dans l'oligoklas de Boden, en nodules amorphes à cassure inégale et conchoïde, de couleur noire à reflets verdâtres, et a un éclat vitreux. Poussière blanc-grisâtre avec nuance verdâtre. Dureté presque égale à 9 ; densité = 4,263 à 4,265. Devient plus clair sur la feuille de platine, mais ne présente pas le phénomène de l'éclair comme la bodénite. Se comporte du reste de la même manière au chalumeau.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Silice.	31,089		16,14	4
Alumine.	2,235	1,04	4,51	1
Glucine.	5,516	3,47		
Yttria.	37,143	7,38	12,67	3
Protoxyde de fer.	11,231	2,49		
Magnésie.	0,424	0,16		
Protoxyde de manganèse.	0,905	0,20		
Chaux.	0,707	0,20		
Soude.	0,651	0,16		
Potasse.	0,170	0,03		
Oxyde de lanthane. . . .	3,536	0,50		
Protoxyde de cérium. . .	5,544	0,82		
Eau.	0,821	0,73		
	99,979			

ce qui conduit à la formule $3RSi + (Al, G) Si$.

---

49. *Analyse d'un* NADELERZ; par M. Chapman. (Philos. Magaz., 3ᵉ série, t. XXXI, p. 541.)

La densité de ce minéral $=$ 6,1 ; sa dureté $=$ 2,0-2,5.

L'analyse a donné :

Soufre. .	18,78
Bismuth.	27,93
Plomb. .	40,10
Cuivre. .	12,53
	99,34

qui conduit à la formule $\overline{Cu}^3, \overset{\prime\prime\prime}{\overline{Bi}} + 2(\dot{Pb}^3, \overset{\prime\prime\prime}{\overline{Bi}})$.

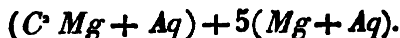
---

50. *Sur la* NÉMALITE; par M. Connell. (J. f. Prackt. Chem., t. XL, p. 234.)

L'analyse a donné :

Magnésie.	57,86
Oxyde de fer.	2,84
Silice.	0,80
Eau.	27,96
Acide carbonique. . .	10,00
	99,46

qui conduit à la formule



$$(C^2 Mg + Aq) + 5(Mg + Aq).$$

---

51. *Sur la* NÉOLITE, *nouveau minéral*; par M. Th. Schéerer. (Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 288.)

La néolite est un silicate de magnésie qui se

forme journellement aux environs d'Arendal, dans une des mines de fer de Näskil, sous l'influence des eaux d'infiltration qui la déposent après avoir traversé des roches plus ou moins riches en magnésie. On comprend le pouvoir dissolvant de ces eaux quand on sait qu'elles se trouvent sous une charge de plus de 200 mètres d'eau, correspondant à une pression supérieure à 20 atmosphères. L'acide carbonique paraît aussi jouer un rôle important dans ce phénomène.

La néolite formée dans des fissures de la roche est cristallisée en fibres soyeuses, disposées en faisceau ou rayonnées; dans le cas contraire elle forme à la surface un enduit plus ou moins épais. Cristallisée, elle présente la dureté du talc; amorphe, elle est encore plus tendre. Elle se laisse couper comme du savon et le rappelle au toucher. Sa couleur est vert nuancé de brun ou noir; son éclat est gras, quelquefois un peu soyeux. Après dessiccation complète sa densité est de 2,77. Ses autres caractères sont ceux du talc. Deux analyses exécutées sur des échantillons différents ont donné :

	I.	Oxygène.	II.	Oxygène.
Silice	52,28	27,15	47,35	24,58
Alumine	7,33	3,42	10,27	4.80
Magnésie	31,24	12,43	24,73	9,84
Protoxyde de fer	3,79	0,84	7,92	1,76
Protoxyde de manganèse	0,89	0,20	2,64	0,59
Chaux	0,28	0,08	»	»
Eau	4,04	3,59	6,28	5,58
	99,85		99,19	

M. Schéerer fait remarquer qu'il est impossible de représenter les résultats de ces deux analyses

par une même formule, à moins d'admettre l'isomorphisme polymère de la silice et de l'alumine d'une part, et de l'eau et de la magnésie d'autre part, en posant $3\ddot{A}l = 2\ddot{S}i$ et $3\dot{H} = \dot{M}g$; le rapport de l'oxygène devient alors sensiblement 2 : 1; ce qui conduit à la formule $\ddot{S}i^2\dot{R}^3$, ou rSi^3, qui est celle du talc ordinaire. Il en conclut que la néolite est un talc dans lequel l'alumine remplace la silice par voie d'isomorphisme polymère.

---

52. Oxyde de nickel hydraté, *nouveau minéral*; par M. Silliman. (Silliman Journ., 2e série, t. III.)

Ce minéral se trouve en croûtes, plus rarement en stalactites et en masses bacillaires à la surface du fer chromé de Texas, comté de Lancastre, en Pensylvanie, et avait d'abord été pris pour de l'oxyde vert de chrome, tandis que c'est un bihydrate de nickel $\dot{N}i\dot{H}^2$, l'hydrate artificiel étant $\dot{N}i\dot{H}$. On le détache facilement du fer chromé, et il est souvent lui-même recouvert d'un enduit de carbonates de chaux et de magnésie.

L'oxyde de nickel hydraté est transparent, d'un vert d'émeraude très-vif, et a un éclat vitreux très-prononcé, et une cassure inégale et écailleuse. Sa densité est de 3,0523, et sa dureté de 3,0 à 3,25, c'est-à-dire un peu supérieure à celle du spath calcaire. Il est très-cassant et se réduit facilement en poudre vert-jaunâtre. Chauffé un peu au-dessus de 100° C., il dégage une faible odeur empyreumatique, devient noirâtre, et perd 38,50 p. o/o

de son poids d'eau neutre aux réactifs. Avec le borax, il fond facilement en une perle transparente presque incolore à froid, et d'un jaune ou rouge foncé à chaud; cette perle, dans la flamme réductive, devient grise et opaque, et le nickel métallique réduit que l'on en retire par pulvérisation et lavage s'attache au barreau aimanté. Enfin il est facilement soluble dans l'acide hydrochlorique, et cette solution ne donne aucun précipité par l'hydrogène sulfuré et ne renferme aucune trace de chrome.

---

53. *Sur* l'OLIGOKLAS *qui accompagne les minerais de cérium de Boden, près Marienberg (Erzgebirge)*; par M. Kerndt. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIII, p. 214.)

Ce minéral a une densité de 2,66—2,68; la moyenne de deux analyses a donné :

			Oxygène.	Rapp.
Silice.	61,958		32,19	9
Alumine.	22,658	10,58	10,79	3
Peroxyde de fer.	0,348	0,10		
Sesquioxyde de manganèse.	0,396	0,11		
Chaux.	2,025	0,57	3,53	1
Magnésie.	0,104	0,03		
Potasse.	3,079	0,52		
Soude.	9,432	2,41		
	100,000			

qui conduit à la formule $KSi^3 + 3AlSi^3$ trouvée par Berzélius pour les oligoklas d'Ytterby et de Danvikszoll.

54. *Analyse du* KALKOLIGOKLAS *de Sala, près Mellandomsbacken*; par M. Svanberg. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIII, p. 314.)

Densité = 2,69.

L'analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Silice.	59,662		31,004	9
Alumine.	23,276	10,885	11,249	3
Oxyde de fer.	1,181	0,354		
Chaux.	5,173	1,474	3,345	1
Magnésie.	0,363	0,140		
Potasse.	1,745	0,296		
Soude.	5,609	1,435		
Perte au feu.	1,017			
Matière insoluble. . . .	0,818			
	98,844			

qui conduit à la formule $(Ca, Na)\,Si^3 + 2Al\,Si^3$.

---

55. *Analyses de l'*OR *de la Californie*; par M. Henry. (Phil. magaz., t. XXXIV, p. 205.)

I. Petits grains aplatis. Densité = 15,63.

II. Masse du poids de 1gr., 5. Densité = 15,96.

	I.	II.
Or.	86,57	88,75
Argent. . .	12,33	8,88
Cuivre. . . .	0,29	0,85
Fer.	0,54	traces.
Silice. . . .	»	1,40
	99,73	99,88

---

56. *Sur un* AMALGAME D'OR *natif de la Colombie*; par M. Schneider. (Journ. für Prackt. Chem., t. XLIII, p. 347.)

Cet alliage blanc, friable, qui se trouvait dissé-

miné dans un envoi de minerai de platine, a donné à l'analyse :

Or.	38,39
Argent. . .	5,00
Mercure . .	57,40
	100,79

qui conduit à la formule $(Au, Ag)^5 Hg^{11}$.

---

57. *Réunion de l'*OSMÉLITE *de Breithaupt à la pectolite ;* par M. Adam. (Annuaire de chimie, 1848, p. 166.)

Les caractères physiques de l'osmélite ont une grande analogie avec ceux de la pectolite, et, d'après une analyse de M. Adam, ces deux minéraux paraissent avoir la même composition.

	Pectolite (M. Kobell).		Oxygène.	Rapp.	*Osmélite* (M. Adam).		Oxygène.
Silice.	51,30		26,65	11	52,01		27,45
Chaux.	33,77		9,48	4	32,96	9,25	9,57
Oxyde manganeux. . . .	»		»		1,44	0,32	
Soude.	8,26	2,11	2,37	1	6,10	1,78	2,25
Potasse.	1,57	0,26			2,79	0,47	
Alumine et oxyde de fer.	0,90				0,54		
Eau.	3,89		3,42	1	4,01		3,55

analyses qui conduisent à la formule



$$4\,CaSi^2 + (Na, K)\,Si^3 + Aq.$$

---

58. *Sur la* PISTOMÉSITE *et le* MESITINSPATH ; par M. A. Breithaupt. (Ann. de Pogg., t. LXX, p. 146.)

La pistomésite qui se trouve dans la collection de Freiberg, où elle avait été confondue jusqu'ici avec le fer carbonaté, vient de Thurnberg, près

Flachau (pays de Salzbourg). Voici ses caractères : éclat vitreux un peu perlé; légèrement translucide; couleur entre le blanc-jaunâtre foncé et le gris-jaunâtre; poussière presque incolore; forme primitive — rhomboèdre sous l'angle 107° 18'; clivage parallèle aux faces de ce rhomboèdre; dureté 4,75 — 5; densité 3,412 — 3,417.

Les analyses, faites par M. Fritzsche, de la pistomésite de Thurnberg et du mesitinspath de Traverselle en Piémont ont donné :

	Pistomésite.	Mesitinspath.
Protoxyde de fer. .	33,99	24.18
Magnésie.	21,72	28,12
Chaux.	»	1,30
Acide carbonique. .	43,62	45,76
	99,26	99,36

ce qui conduit aux formules :
Pour la pistomésite, $FeC^2 + MgC^2$;
Pour le mésitinspath $FeC^2 + 2Mg\,C^2$.

Une autre analyse du mesitinspath de Traverselle faite par M. Gibbs (Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 566) a donné :

		Oxygène.	
Protoxyde de fer. . . .	26,61	5,91	
Magnésie.	27,12	10,49	16,46
Chaux.	0,06	0,06	
Manganèse.	traces.		
Acide carbonique. . . .	46,05		33,49
	100,00		

---

59. *Sur le* PHOSPHORO-CALCITE *et sur l'*EHLITE; par M. Rhodius. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLII, p. 369.)

Le phosphoro-calcite a été recueilli près du

Virneberg, à Rheinbreitenbach. Il est vert-émeraude, et se rencontre le plus fréquemment en masses compactes. Au chalumeau, il fond en une masse d'un gris d'acier, avec un grain de cuivre au milieu. Sa cassure est conchoïde et inégale. Sa densité = 4,2 — 4,4. L'analyse a donné :

Oxyde de cuivre. .	70,8
Acide phosphorique.	20,4
Eau.	8,4
	99,6

qui conduit à la formule $Ph^5 Cu^6 + 3 Aq$.

L'ehlite a été trouvé près de Linz sur le Rhin. Il est d'un vert-olive, à cassure inégale. Sa densité = 4,27. L'analyse a donné :

Oxyde de cuivre. . .	63,1
Acide phosphorique.	28,9
Eau.	7,3
	99,3

qui conduit à la formule $Ph^5 Cu^4 + 2 Aq$.

---

60. *Sur les produits volcaniques de l'*HÉKLA ; par M. Genth. (Ann. der Chem. und Pharm., t. LXVI, p. 13.)

Il résulte du travail de M. Genth, qui porte sur des laves anciennes et modernes recueillies près du mont Hékla par M. Bunsen : 1° que les laves de l'Hékla diffèrent essentiellement de celles du Vésuve et de l'Etna, des basaltes et des phonolites, en ce qu'elles sont complétement insolubles dans l'acide chlorhydrique et ne lui cèdent que des traces de fer magnétique ; 2° que la masse princi-

pale de ces laves offre la composition de la wichtine.

L'analyse brute de ces différentes laves a donné :

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Silice.	49,60	55,92	60,06	56,68	56,89
Alumine. . . .	16,89	15,08	16,59	14,93	14,18
Oxyde ferreux.	11,92	15,18	11,37	13,55	13,93
Ox. manganeux.	»	traces.	traces.	traces.	0,54
Oxydes de cobalt et de nickel. .	traces.	»	»	»	»
Magnésie. . . .	7,56	4,21	2,40	4,10	4,05
Chaux.	13,07	6,54	5,56	6,41	6,23
Soude.	1,24	2,51	3,60	3,46	2,35
Potasse.	0,20	0,95	1,45	1,07	2,64
	100,48	100,39	101,03	100,00	100,81

(*a*) *Lave de Thjorsà.* La masse principale de cette lave est d'un gris noirâtre et très-poreuse ; ses cavités sont en partie tapissées de péridot et d'un minéral nouveau, la *thjorsanite*, qui cristallise en prismes rhomboïdaux probablement obliques. Ces cristaux sont transparents et ne se clivent que dans un sens. Leur dureté = 6, et leur densité est de 2,688. Leur analyse a donné :

		Oxygène.		Rapp.
Silice.	48,36		25,59	9
Alumine	30,59	14,30	14,71	5
Oxyde ferrique.	1,37	0,41		
Magnésie.	0,97	0,39	5,68	2
Oxyde manganeux.	traces.	»		
Chaux.	17,16	4,90		
Soude.	1,13	0,29		
Potasse.	0,62	0,10		
	10[illegible],00			

qui conduit à la formule $2rSi^{2} + 5RSi$.

(*b*) *Lave de Hals*. Cette lave, plus moderne que celle de Thjorsà, est cristalline, et présente un éclat faiblement vitré sur les faces du clivage et les faces des cristaux, qui appartiennent probablement au système du prisme rhomboïdal droit. Cette lave est opaque et noirâtre, un peu magnétique. Dureté = 5,5—6,0; densité = 2,919. Son analyse conduit à la formule de la wichtine de M. Laurent $rSi^2 + RSi^2$.

(*c*) *Lave d'Efrahvolshraun*. Cette lave n'est pas cristallisée, la cassure est inégale, légèrement conchoïde. Elle est noire, à raclure grise. Dureté = 5,5 — 6; densité = 2,776. Elle est faiblement magnétique. On y trouve toujours de 2 à 3 p. o/o d'un minéral blanc, cristallin, feldspathique, qui paraît être de l'orthoklase, et un peu de péridot et de fer magnétique.

(*d*) *Lave de* 1845. Cette lave est cristallisée. Sa dureté = 5,5 — 6,5; sa densité = 2,819.

(*e*) *Cendres de l'éruption de* 1845. Ce sont de petites scories noires, grises et parfois rouges, dont la dureté = 5,5—6,0 et la densité = 2,815.

---

61. *Sur une nouvelle variété de* PYROXÈNE; par M. Pipping. (Compt. rend. de Berzél., 1848, p. 150.)

Ce minéral, trouvé par M. Moberg dans un filon de gneiss près Helsingfors, est vert grisâtre et ressemble beaucoup au salite. Il a une cassure lamelleuse et offre trois clivages distincts. Il est opaque, donne une poudre blanche et a une densité de 3,166. Il est moins fusible au chalumeau

que l'augite, donne avec le borax les réactions du fer, et avec la soude une scorie verdâtre.

L'analyse a donné :

Silice.	57,20
Chaux.	21,20
Magnésie.	9,45
Oxyde ferreux. . . .	11,75
Oxyde manganeux. .	1,15
Alumine.	0,20
	100,95

62. *Sur les clivages du* QUARTZ ; par M. A. Kenngott. (Ann. de Pogg., t. LXXIII, p. 603.)

L'essai d'un grand nombre de cristaux de quartz hyalin prismé ∞D, D (dihexaèdre sous l'angle de 133° 44′) n'a indiqué aucune trace de clivage. Mais en chauffant ces cristaux sur la lampe à esprit-de-vin, et laissant refroidir à l'air ou étonnant dans l'eau, on y détermine ordinairement des clivages plus ou moins nets parallèles à deux ou trois des faces du dihexaèdre D. Dans un cas, M. Kenngott a obtenu par le clivage un pointement rhomboédrique formé par trois faces du dihexaèdre.

63. *Sur un hydrate naturel d'*ACIDE SILICIQUE ; par M. Salvétat. (Ann. de Phys. et de Chim., 3e série, t. XXIV, p. 348.)

Cet hydrate, très-abondant aux environs d'Alger, est pulvérulent, très-léger, perd la moitié de son eau à 100°, et est soluble, même après calcination, dans la potasse et la soude. L'analyse a donné :

Silice. . .	90,91
Eau. . . .	9,19
	100,00

qui conduit à la formule 6 *Si* + *Aq*.

64. *Analyse de quelques silicates* (SODALITE, NOSIANE, HAÜYNE, ITTNÉRITE *et* CANCRINITE), *contenant de l'acide carbonique, du chlore et de l'acide sulfurique*; par M. Withney. (Ann. de Pogg., t. LXX, p. 431.)

1) *Sodalite de Lichtfield.*

En petites masses cristallisées; clivable; transparente; d'un beau bleu de saphir.

L'analyse a donné :

	Par l'ac. chlorhydr.	Par l'ac. azot.	Moyenne.
Silice.	37,63	37,30	37,46
Alumine.	30,93	32,88	32,50
Sesquioxyde de fer. .	1,08		
Soude.	25,48	23,86	24,67
Potasse.	»	0,59	0,59
Chlore.	»	0,97	6,97
			102,19

Cette composition est représentée par la formule $\dot{N}a^3\dddot{S}i + \dddot{A}l\dddot{S}i + NaCl$.

2) *Nosiane du Laacher-See.*

L'analyse a donné :

			Oxygène.
Silice.	36,52	36,53	18,96
Alumine.	29,54	29,42	13,79
Sesquioxyde de fer. . . .	0,44	»	0,13
Chaux.	1,09	1,62	0,30
Soude.	23,12	22,97	5,91
Chlore.	0,61	0,61	»
Acide sulfurique.	7,66	7,13	4.58
Perte au feu.	1,37	1,37	»
	100,34	99,65	

Composition représentée par la formule :



$$\dot{N}a^3\dddot{S}i + 3\ddot{A}l\dddot{S}i + Na\dddot{S}.$$

3) *Haüyne de l'Albanerbirgege et de Niedermendig.*

L'analyse a donné :

	Albanergebirge.	Niedermendig.	
Silice.	32,44	33,90	34,83
Alumine.	27,75	28,07	28,51
Oxyde de fer.	»	»	0,31
Chaux.	9,96	7,50	7,23
Soude.	14,24	19,28	18,57
Potasse.	2,40	»	»
Acide sulfurique. . .	12,98	12,01	12,13
Chlore.	»	traces.	»
Eau.	traces.	»	»
	99,77	100,76	101,58

Les bases à un atome, l'acide sulfurique, les sesquibases, la silice renferment des quantités d'oxygène qui paraissent se rapprocher des nombres 5, 6, 9, 12.

4) *Ittnérite.*

L'analyse a donné :

Silice.	35,69
Alumine.	29,14
Chaux.	5,64
Soude.	12,57
Potasse.	1,20
Acide sulfurique. . .	4,62
Chlore.	1,25
Eau et perte.	9,89
	100,00

5) *Cancrinite de Lichtfield* (État du Maine).

L'analyse a donné :

	En masse cristalline.			En masse compacte.
Silice.	37,42	37,89	37,84	37,20
Alumine.	27,70	27,39 }	28,26 }	27,59
Oxyde de manganèse. .	0,86	0,64 }		0,27 }
Oxyde de fer.	traces.	»	traces }	
Chaux.	3,91	3,88	3,82	5,26
Soude.	20,98 }	21,24	20,94 {	20,46
Potasse.	0,67 }			0,50
Chlore.	traces.	»	»	traces.
Acide carbonique et eau.	8,77	8.77	8,77	9,20.
	100,41	99,81	99,53	100,48

65. *Sur le* STIBLITE; par MM. Blum et Delffs. (J. f. Prackt. Chem., t. XL, p. 318.)

Ce minéral se trouve à Losacio en Espagne, à Felsöbánya et Kremnitz en Hongrie, à Goldkronach en Bavière et au Mexique. Il est en masses translucides un peu poreuses; dureté = 5,5; densité = 5,28; éclat gras, raclure jaunâtre et brillante.

L'analyse a donné :

Antimoine. .	75,83
Oxygène. . .	19,54
Eau.	4,63
	100,00

qui conduit à la formule $\dddot{Sb}\ddot{Sb}+\dot{H}^2$; mais les auteurs doutent que l'eau fasse partie de la combinaison.

66. *Recherches sur quelques minéraux renfermant des* ACIDES TANTALIFÈRES; par M. Th. Scheerer. (Ann. de Pogg., t. LXXII, p. 561.)

Les minéraux examinés par M. Scheerer sont

l'eukolite, la wöhlerite, l'euxenite, le polykrase, le niobo-pélopate de protoxydes d'urane et de manganèse, et le pechurane cristallisé.

Tous ces minéraux renferment des acides qui ne paraissent pas différer des acides niobique et pélopique.

1) *Eukolite*. M. Scheerer a déjà décrit, sous le nom de *wöhlerite brune*, ce minéral, que l'on trouve dans la syénite zirconienne de Norwège. Il offre en effet quelque analogie avec une wöhlerite où la zircone serait en grande partie remplacée par de l'oxyde de fer. Voici, du reste, la composition de ces deux substances.

	Wöhlerite.	Eukolite.
Silice.	30,62	47,85
Acides niobique et pélopique.	14,47	14,05
Zircone.	15,17	
Oxyde de fer.	2,12	8,24
Chaux.	26,19	12,06
Protoxyde de cérium.	traces.	2,98
Soude.	7,78	12,31
Protoxyde de manganèse. . .	1,55	1,94
Magnésie.	0,40	traces.
Eau.	0,24	0,94
	98,54	100,37

2) *Euxenite*.

	De Tvedestrand. D=4,73—4,76.	De Jölster. D=4,60.
Acide titanique. . . . . Acides niobique et pélopique.	53,64	57,60
Yttria.	28,97	25,09
Protoxyde d'urane.	7,58	6,34
Protoxyde de cérium.	2,91	3,14
Protoxyde de fer.	2,60	»
Chaux.	»	2,47
Magnésie.	»	0,29
Eau.	4,04	3,97
	99,74	98.90

3) *Polykrase.* Le polykrase se compose d'acides titanique, niobique et pélopique, de zircone, d'yttria et de protoxydes de fer, d'urane et de cérium.

Le polykrase et le cérium cristallisent dans le système rhomboédrique, en prismes rhomboédriques, sous l'angle de 140°, surmontés d'un pointement obtus sous l'angle de 152°.

L'euxenite présente ordinairement les formes $P.\infty P.\infty\breve{P}\infty.2\bar{P}\infty$.

Le polykrase présente, en outre, souvent les faces $\infty\bar{P}\infty$, et quelquefois $\bar{P}$ 1/3. La ressemblance entre la couleur, la dureté, l'éclat et la densité de ces minéraux est moins parfaite : ainsi la densité de l'euxenite est de 4,60—4,76, tandis que celle du polykrase est de 5,09—5,12.

Ces deux substances ont beaucoup d'analogie avec la columbite ou niobite et l'urano-tantale ou samarskite, qui cristallisent également dans le système rhomboédrique, en présentant pour le pointement obtus un angle de 150° dans la columbite, et un prisme rhomboïdal sous l'angle de 135 à 136° dans la samarskite.

4) *Niobo-pélopate de protoxydes d'urane et de manganèse.* Ce minéral, extrêmement rare, a été trouvé, en 1844, à Strömsheien, dans le Sätersdal, et paraît devoir être réuni à l'urano-tantale.

5) *Pechurane cristallisé.* Ce minéral, qui se trouve en grains cristallins avec le précédent, est très-difficile à en distinguer. Sa densité = 6,71 ; on en trouve de rares cristaux cubo-octaédriques.

L'analyse a donné :

Oxyde d'urane vert.	76,6
Oxyde de plomb. . . . . . . } Acides niobique et pélopique. } Silice . . . . }	15,6
Oxyde de manganèse. . . .	1,0
Eau.	4,1
Gangue et perte.	2,7
	100,0

---

67. *Sur le* TUNGSTATE DE CHAUX; par M. Teschemacher. (Institut., 1847, n° 714, p. 295.)

Ce minéral se trouve en octaèdres obtus ou en prismes, à cassure vitreuse, sans clivages, disséminé dans des blocs de transport volcanique à Saint-Michel (Açores).

---

68. *Sur la forme cristalline et la composition du* WOLFRAM *et du* TUNGSTATE *de plomb*; par M. Kerndt. (Jour. für. Prackt. Chem., t. XLII, p. 81.)

La forme primitive du wolfram est un prisme rhomboïdal droit sous l'angle de 102° 20′. Celui de Zinnwald est remarquable par ses hémitropies et la netteté de son clivage. L'analyse de diverses variétés a donné :

	I.	II.	III.	IV.	V.
Acide tungstique.	76,343	75,621	75,965	75,836	75,471
Protoxyde de fer.	9,612	9,549	9,535	9,203	9,534
Protoxyde de manganèse.	14,208	14,853	14,499	14,563	14,263
	100,163	100,023	99,999	99,602	99,268

I. Wolfram de Zinnwald. D = 7,2226.
II. *Id.* *id.* D = 7,2305.
III. Wolfram de Lockfell. D = 7,231 — 7,239.
IV. *Id.* de Neu-Beschert-Glück. D = 7,223 — 7,229.
V. Wolfram de Huntington. D = 7,411 — 7,486.

	VI.	VII.	VIII.	IX.
Acide tungstique.	75,765	75,682	75,802	75,436
Protoxyde de fer.	9,736	9,563	9,785	9,644
Protoxyde de manganèse.	14,496	14,302	14,412	14,903
	99,997	99,547	99,999	99,983

VI. Wolfram de Trumbul. D = 7,218—7,269.
VII. Wolfram de Schlaggenwald. D=7.482—7,535.
VIII. Wolfram de Mauseberg. D=7,230—7,231.
IX. Wolfram d'Altenberg. D=7,189—7,198.

Analyses qui peuvent être représentées par la formule $2W^2f+3W^2mn$.

	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
Acide tungstique.	75,900	76,024	75,641	75,878	75,825
Protoxyde de fer.	19,245	19,204	19,552	19,162	19,325
Protoxyde de manganèse.	4,801	4,753	4,807	4.964	4,842
	99,946	99,981	100,000	100,004	99,992

X. Wolfram de Harzgerode. D = 7,225—7.228.
XI. Wolfram de Montévidéo. D = 7,499— 7,513.
XII. Wolfram de Nertschinsk. D=7,496 — 7,503.
XIII. Wolfram d'Ehrenfriedersdorf. D = 7,4996 — 7,5406.
XIV. Wolfram de Chanteloube. D = 7,480 — 7,510.

Analyses qui peuvent être représentées par la formule $4W^2f+W^2mn$.

L'analyse du plomb tungstaté de Zinnwald a donné :

Acide tungstique.	51,736
Oxyde de plomb.	45,993
Chaux.	1,395
Protoxyde de fer et de manganèse.	0,471
	99,495

Ce minéral a un éclat adamantin et cristallise en octaèdres obliques et non symétriques. Sa densité, en morceaux = 8,1632, en poudre = 8,1275..

69. *Analyses de l'*URANO-TANTALE *de l'Ilmengebirge*; par M. Peretz. (Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 164.)

La densité du minéral était de 5,68; l'analyse a donné :

	I.	II.	III.
Acide niobique avec un peu d'acide tungstique	56,38	56,00	55,91
Magnésie	0,80	0,75	0,75
Chaux et protoxyde de manganèse	0,92	1,02	1,88
Protoxyde de fer	15,43	15,90	15,94
Oxyde d'urane	14,16	16,70	16,77
Yttria	9,15	11,04	8,36
Oxyde de cuivre	»	traces.	»
	96,84	101,41	99,61

•La perte dans la première analyse provient surtout de ce qu'on avait employé, pour le lavage de l'oxyde d'urane, de l'eau pure, au lieu d'une dissolution étendue de sel ammoniac.

D'après M. H. Rose, l'urano-tantale est identique avec l'yttro-ilménite de M. Hermann, et l'acide ilménique que ce dernier en a retiré ne serait que de l'acide niobique mélangé d'une faible quantité d'acide tungstique.

Suivant M. H. Rose (Ann. de Pogg., t. LXXII, p. 469), l'urano-tantale ou samarskite a une densité, à l'état naturel, de 5,617—5,715, et après calcination poussée jusqu'à décrépitation et ayant donné lieu à une perte en poids de 0,44 à 1,02 p. o/o, la densité s'abaissa à 5,3735—5,485. L'yttro-ilménite de M. Hermann, non calcinée, a une densité de 5,703 et, calcinée, de 5,454. Ce dernier nombre s'accorde avec ceux de 5,398—5,450 donnés par M. Hermann.

70. *Sur la* VOELCHNERITE, *nouveau minéral, et sur l*'HYDRARGILLITE *et la* GIBSITE; par M. Hermann. (J. f. Prakt. Chem., t. XL, p. 11.)

La voelchnerite se trouve dans le talcschiefer, dans les mines de Schischinsk (district de Slatoust). Elle se présente habituellement en lamelles nacrées, mêlées de cristaux de fer magnétique, quelquefois en tables hexagonales d'un blanc nacré. Densité, 2,04. L'analyse a conduit à la formule


$$Mg^2, Al, Aq^5.$$

L'analyse de l'hydrargillite a donné :

Eau.	34,54
Acide phosphorique. .	1,43
Alumine.	64,03
	100,00

qui conduit à la formule $Al + Aq$.

L'analyse de la gibsite de Richmond a conduit à la formule $P^5 Al^3 + 8 Aq$.

---

71. *Analyse de la* WOLKHONSKOÏTE *d'Okhansk*; par M. Ilimoff. (Ann. du corps des min. de Russie, 1845, p. 356.)

Silice.	30,06
Oxyde chromique. . .	31,24
Oxyde ferrique.	9,39
Alumine.	3,09
Chaux.	1,90
Magnésie.	6,50
Oxyde plombeux. . .	0,16
Eau et perte.	17,64
	99,98

---

72. *Analyse de l'*YTTRO-TANTALITE *noir d'Ytterby;* par M. de Peretz. (Ann. de Pogg., t. LXXII, p. 155.)

La densité du minéral analysé était de 5,67; par la calcination, elle s'est élevée à 6,40, tandis que la perte du poids variait de 3,9 à 5,54 p. o/o sur divers échantillons. L'analyse de l'yttro-tantalite calciné a donné :

Acide tantalique. .	58,65
Acide tungstique. .	0,60
Chaux.	7,55
Magnésie.	1,40
Protoxyde d'urane.	3,94
Protoxyde de fer. .	6,29
Yttria.	21,25
Oxyde de cuivre. .	0,40
	100,08

73. *Analyse de quelques* ZÉOLITES; par M. Riegel. (J. f. Prack. Chem., t. XL, p. 317.)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Silice.	48,16	46,65	48,05	58,33	58,40	57,50	56,12
Alumine.	23,50	27,40	25,80	6,66	7,15	23,15	24,00
Peroxyde de fer. .	»	»	2,10	0,26	0,20	0,10	0,15
Chaux.	14,50	9,26	»	17,16	16,80	5,63	5,82
Soude.	0,30	4,91	15,75	1,62	1,62	6,45	6,45
Eau.	13,50	12,00	9,00	14,50	14,50	8,00	8,00
	99,96	100,22	100,70	98,53	98,67	100,83	100,54

I. Scolézite de Niederkirchen.
II. Mésotype de Niederkirchen.
III. Natrolite de Högau.
IV et V. Stilbite de Niederkirchen.
VI et VII. Analcime de Niederkirchen.

	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.
Silice	58,33	59,14	47,75	47,20	47,40	47,50
Alumine	13,85	7,10	24,00	25,36	24,75	25,15
Peroxyde de fer.	1,15	0,90	3,85	3,40	3,00	3,15
Chaux	10,42	14,85	21,84	22,08	23,30	22,00
Soude	»	»	»	»	»	»
Eau	16,10	17,40	2,00	2,00	2,00	2,00
	99,85	99,39	99,44	100,04	100,45	99,80

VIII et IX. Osmélite de Niederkirchen.
X et XI. Prehnite fibreuse de Niederkirchen.
XII et XIII. Prehnite compacte de Niederkirchen.

---

74. *Sur une nouvelle* ZÉOLITE; par M. Beck. (Leonhard's Jahrb. miner., 1836, p. 77.)

Cette zéolite se rencontre dans la chaîne de Hill (New-Jersey) en aiguilles blanches, transparentes, enchevêtrées, d'une densité = 2,836 et d'une dureté = 3.

Elles sont fusibles en émail au chalumeau, et solubles avec gelée dans l'acide chlorhydrique.

L'analyse a donné :

Silice	54,60
Chaux	33,65
Magnésie	6,80
Alumine et oxyde ferrique	0,50
Eau	0,50
	96,05

---

75. *Sur un* HYDROSILICATE DE ZIRCONE; par M. Damour. (Ann. de Chim. et de Phys., t. XXIV, p. 87.) *Sur la forme cristalline du* MALAKON; par M. Descloizeaux. (*Ibid*, p. 94.)

Ce silicate provient des pegmatites de la carrière

de la Villate, près Chanteloube (Haute-Vienne), où on le trouve en plaques d'un brun-cannelle, engagées entre des lames cristallines de tantalite. L'épaisseur de ces plaques ne dépasse pas 3 à 4 millimètres; on remarque à leurs surfaces quelques parties cristallines dont les angles et les arêtes sont presque toujours émoussés. Ces cristaux ont été examinés par M. Descloiseaux qui les fait dériver d'un prisme droit à base carrée, dans lequel le rapport entre un côté de la base et la hauteur serait :: 1.000 : 871; c'est une des formes habituelles du zircon. Ce minéral est donc identique avec le malakon d'Hitteroë (Norwège) par sa forme et par sa composition, comme le montrent les analyses suivantes:

(*a*) Minéral de Chanteloube. (M. Damour.)

(*b*) Malakon d'Hitteroë. (M. Schéerer.)

	(*a*)	(*b*)
Silice.	0,3087	0,3181
Zircone.	0,6117	0,6340
Eau.	0,0309	0,0303
Oxyde de fer.	0,0367	0,0041
Yttria.	»	0,0034
Chaux.	0,0008	0,0039
Oxyde de manganèse. . .	0,0014	»
Magnésie.	»	0,0011
	0,9902	0,9899

qui conduit à la formule 6 $Zr\,Si + Aq$.

76. *Sur les caractères de l'*Arkose *dans les* Vosges; par M. Delesse. (Bibliothèque universelle de Genève. — Archives des sciences physiques et naturelles; mars 1848, p. 177.)

Le granite qui forme la base de la montagne de la Poirie, près de Remiremont (Vosges), est surmonté par une roche qui présente les caractères d'un grès métamorphique et qui constitue une *arkose*.

Elle est formée de grains de quartz réunis par un ciment verdâtre ou blanchâtre à la partie inférieure, et d'un rouge d'oxyde de fer à la partie supérieure; à différentes hauteurs dans la colline on observe en outre des couches alternativement rougeâtres et verdâtres d'argile rubannée, qui, par sa structure ainsi que par sa compacité, porte comme le grès des traces de modifications. Sa teneur en eau n'est que de 2 p. o/o; comme elle est toujours beaucoup plus grande dans les argiles à l'état ordinaire, il paraît probable que le métamorphisme de l'argile a été accompagné d'une élévation de température.

Des cristaux de feldspath se sont développés dans le grès, surtout à sa partie inférieure, et ils forment comme un ciment réunissant très-fortement ses diverses parties, en sorte qu'au premier abord ce grès ressemble complétement à une roche granitoïde. L'analyse de cristaux de ce feldspath extraits d'un échantillon d'arkose, pris à la partie inférieure de la colline de la Poirie, a donné : *silice* 64,57 — *alumine* avec traces d'oxyde de fer 18,98 — *protoxyde de manganèse* traces — *chaux* 0,55 — *magnésie* 0,30 — *potasse* 12,69 — *soude* 1,59 — somme totale = 98,71. Ce feld-

spath est donc de l'*orthose* ayant une composition identique à celui des granites; et par conséquent on est conduit à ce résultat très-important relativement à l'*origine métamorphique des roches granitoïdes*, que le feldspath orthose peut se développer dans des grès qui se trouveraient dans des circonstances géologiques telles que celles qui ont donné lieu à la naissance de l'arkose.

L'arkose de la Poirie est d'ailleurs traversée par de nombreux filons de quartz qui, dans certaines parties, ont en quelque sorte imbibé toute la roche de silice, et avec lesquels on observe du sulfate de baryte crêté d'une couleur blanche ou rosée, du fer oligiste, de la chaux fluatée ou des empreintes de cristaux détruits qui lui appartiennent; ces minéraux tapissent des fissures ou les parois de filons qui pénètrent la roche dans tous les sens sans avoir une direction déterminée.

A mesure qu'on s'élève sur la colline de la Poirie, on voit le *granite* de la base remplacé par l'*arkose*; puis les caractères de l'arkose se perdent peu à peu, les cristaux d'orthose deviennent de plus en plus rares et finissent peu à peu par disparaître; enfin au-dessus de l'arkose on n'a plus qu'un *grès* ordinaire, qui est le grès rouge auquel succède le grès vosgien.

---

77. *Analyse du* ZINC OXYDÉ *rouge de Sterling, dans l'État de New-Jersey*; par M. Withney. (Pogg. Ann., t. LXXI, p. 169.)

Oxyde de zinc.	96,19
Oxyde de manganèse. . .	3,70
Matière inattaquée. . . .	0,10
	99,99

Il résulte de cette analyse comparée à celle de Hayes, de Berthier et de Bruce, que ce minéral n'est autre chose que de l'oxyde de zinc coloré par de l'oxyde de manganèse.

EXTRAITS DE CHIMIE.

TRAVAUX DE 1847-1848.

1. *Sur le dosage de l'*AZOTE *dans les matières organiques*; par MM. Péligot et Bineau. (Compte rend. de l'Acad. des sc., t. XXIV, p. 550 et 686, et t. XXV, p. 254.) — *Même sujet*, par M. Noellner. (Ann. der Chem. u. Pharm., t. XLVI, p. 314.)

On brûle la matière au moyen de mélange ordinaire de chaux et de soude, et on reçoit l'ammoniaque, qui se dégage, dans un tube à boules, renfermant un volume ou un poids déterminé d'acide sulfurique titré. Comme l'ammoniaque qui se combine avec cet acide en abaisse le titre, il devient facile, en déterminant, après que la combustion est terminée, la composition de la liqueur et en comparant cette composition avec celle de l'acide primitivement employé, de connaître l'ammoniaque condensée.

Pour examiner le titre de l'acide sulfurique, M. Péligot emploie une dissolution titrée de chaux dans l'eau sucrée, et M. Bineau une solution de soude caustique renfermant un peu de chaux. On se sert d'acide sulfurique contenant 61$^{gr.}$,250 d'acide monohydraté par litre d'eau, dont 100 centimètres cubes correspondent à 2$^{gr.}$,12 d'ammoniaque ou à 1$^{gr.}$,75 d'azote.

M. Noellner reçoit l'ammoniaque formée dans un petit appareil de Woolf renfermant une solution

d'acide tartrique dans l'alcool absolu. Le bitartrate d'ammoniaque qui se forme est complétement insoluble dans l'alcool absolu et renferme 10,2 p. o/o d'ammoniaque ou 8,42 p. o/o d'azote.

---

2. *Sur le* PROTOXYDE D'AZOTE *liquide et solide*; par M. Dumas. (Compt. rend. de l'Ac. des sc., t. XXVII, p. 463.)

M. Dumas s'est servi, pour comprimer le gaz, de la pompe de M. Natterer légèrement modifiée par M. Bianchi. Le gaz avant d'arriver dans la pompe doit être absolument sec. On le prépare comme à l'ordinaire et on le renferme dans des outres en toile imperméable, où il est repris par la pompe. Une fois comprimé, le protoxyde d'azote liquéfié peut se conserver un à deux jours dans le réservoir, mais la soupape en souffre un peu. Lorsqu'on ouvre le robinet du réservoir, le gaz s'échappe, se congèle d'abord en partie, puis coule liquide. La partie solide offre l'aspect de la neige, elle fond sur la main en laissant la place vivement brûlée. La partie liquide, beaucoup plus abondante, étant reçue dans un verre, s'y conserve pendant une demi-heure, et même davantage, à l'air libre.

Le protoxyde d'azote liquide est incolore et très-mobile. Chaque gouttelette qui tombe sur la peau y produit une vive brûlure. Les métaux en tombant dans ce liquide y produisent le bruit d'un fer rouge dans l'eau. Le mercure y détermine le même bruissement, se gèle tout à coup et donne naissance à une masse dure, cassante, blanche comme l'argent. Le potassium surnage ce liquide

et s'y conserve sans altération. Le charbon, le soufre et le phosphore sont dans le même cas. Le charbon enflammé nage à sa surface et brûle souvent jusqu'à disparition complète, toujours avec un vif éclat. L'acide sulfurique à 66° et l'acide nitrique concentré s'y congèlent sur-le-champ. L'éther et l'alcool s'y mêlent sans se congeler. L'eau se congèle tout à coup, mais elle détermine une évaporation si brusque d'une portion de la liqueur, qu'il en résulte une véritable explosion, qui serait dangereuse si l'on versait à la fois quelques grammes d'eau seulement dans le protoxyde d'azote liquide.

---

3. *Sur la fabrication des* CYANURES *par l'azote de l'air*; par MM. L. Possoz et A. Boissière. (Compt. rend. de l'Ac. des sc., t. XXVI, p. 203.)

La production du cyanogène et de ses composés par l'azote de l'air, observée d'abord par M. Desfosses, de Besançon, a été, dans ces derniers temps, appliquée à l'industrie avec succès, et sur une très-grande échelle, en Angleterre.

Cette première application industrielle de l'azote a pris naissance en France. Depuis plusieurs années, MM. Possoz et Boissière s'étaient occupés de cette question, et, dès 1843, ils avaient monté à Grenelle des appareils d'essai sur une échelle assez importante pour avoir pu livrer au commerce, en moins d'une année, plus de 15.000 kil. de prussiate de potasse. Toutefois la cherté du combustible dans la banlieue de Paris, et les réparations fréquentes qu'exigeaient les appareils alors

employés, les engagèrent à rechercher une autre localité en France, mieux située sous le rapport du prix du combustible et des terres réfractaires. Sur ces entrefaites, en 1844, l'occasion se présenta pour eux d'établir leur système de fabrication en Angleterre, sur le bassin houiller de Newcastle, pour le compte d'une compagnie anglaise. L'un d'eux, M. Possoz, consacra deux années à apporter à la construction des appareils les divers perfectionnements que cette industrie naissante laissait à désirer, et maintenant, depuis plus de deux ans, l'usine de Newcastle produit par ce procédé, à un prix très-bas (moins de 2 fr. par kilog.), des quantités considérables, environ 1.000 kilog. par jour, de prussiate de potasse d'une pureté et d'une beauté remarquables.

L'appareil se compose d'un cylindre vertical en grosses briques réfractaires de formes appropriées; il a $0^m,50$ de diamètre intérieur; la hauteur, chauffée au rouge-blanc, est de 3 mètres; à travers les parois, dont l'épaisseur est de $0^m,25$, sont ménagés des orifices de distance en distance. Le cylindre étant chauffé au rouge-blanc, et rempli de fraisil ou charbon de bois menu imprégné de 30 p. 0/0 de carbonate de potasse, une pompe aspirante détermine, à travers les petits orifices, une multitude de jets de flamme (azote, acide carbonique, etc.) aspirés dans le carneau qui entoure le cylindre en briques. Le mélange de charbon et de potasse reste exposé pendant environ dix heures au courant de ces gaz fortement incandescents et qui le pénètrent dans toutes les directions. L'appareil fonctionne d'une manière continue; le haut du cylindre est alimenté au fur et à mesure du débit d'un extracteur placé au bas, et qui enlève

régulièrement une quantité déterminée de charbons cyanurés, lesquels se refroidissent en passant par une allonge en fonte, et de là tombent dans un réservoir contenant de l'eau et du fer carbonaté spathique pulvérisé. Les charbons sont ensuite lavés en présence d'un excès de carbonate de fer, et les liqueurs évaporées et soumises à la cristallisation.

Par ce procédé on obtient pour une quantité donnée de carbonate de potasse une proportion de cyanure de potassium plus grande avec l'azote de l'air qu'avec les matières animales. La soude se comporte comme la potasse, mais exige encore une température plus élevée. Le coke produit moins de cyanure que le charbon de bois. La présence de la vapeur d'eau, même en petite quantité, nuit à la production des cyanures, ou tout au moins les décompose, au fur et à mesure de leur formation, en donnant de l'ammoniaque. Enfin l'azote, lorsqu'il est pur, produit plus facilement les cyanures que lorsqu'il est mélangé d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone.

Ce procédé consomme une grande quantité de fraisil pour mélanger avec le carbonate alcalin, et aussi beaucoup de coke pour chauffer les carneaux au rouge-blanc. Néanmoins cette industrie serait susceptible, dans certaines localités en France, d'une exploitation aussi avantageuse qu'en Angleterre.

---

4. *Sur l'oxydation du* DIAMANT *par voie humide*; par MM. R.-E. et W.-B. Rogers. (Institut, n° 779, p. 379.)

Le diamant peut être converti en acide carbo-

nique par voie humide et à une température modérée, variant entre 175° et 235° C., par l'action d'un mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, c'est-à-dire par le pouvoir oxydant de l'acide chromique. Pour réussir dans cette expérience, il faut réduire le diamant à un très-grand état de ténuité. Le bichromate de potasse, quand on le chauffe, dégage constamment un peu de gaz acide carbonique; mais on évite cette erreur en chauffant d'abord l'acide sulfurique seul dans une cornue tubulée jusqu'à 175° environ, puis ajoutant peu à peu le bichromate de potasse et agitant chaque fois; une réaction très-vive a lieu; il se dégage une grande quantité d'oxygène, et, avec lui tout l'acide carbonique que renferment les matières employées. Lorsqu'il n'est plus possible de découvrir d'acide carbonique par l'eau de chaux ou de baryte, on ajoute avec précaution le diamant pulvérisé; le dégagement d'acide carbonique est bientôt trahi par l'état laiteux de l'eau de chaux ou de baryte qui renferme le récipient dans lequel plonge le col de la cornue, et ce dégagement se continue avec lenteur tant qu'il reste de l'acide chromique libre dans la cornue.

---

5. *De l'emploi de l'*HYDROGÈNE SULFURÉ *dans les analyses par la voie sèche;* par M. Ebelmen. (Institut, n° 746, p. 119.)

L'hydrogène sulfuré est fréquemment employé par voie humide pour la séparation de certains métaux. M. Ebelmen propose de l'employer également dans certaines séparations par voie sèche.

La séparation du manganèse et du cobalt a pré-

senté jusqu'ici les plus grandes difficultés. M. Ebelmen traite le mélange pur des deux oxydes, à une température un peu inférieure au rouge, par un courant de gaz hydrogène sulfuré sec, et les transforme ainsi en sulfures. En traitant ensuite le résidu à froid par de l'acide chlorhydrique étendu, le sulfure de manganèse se dissout seul et la séparation des deux métaux s'effectue de la manière la plus exacte. Le même procédé peut être employé à la séparation du manganèse et du nickel, et donne des résultats tout aussi nets.

En traitant l'arséniate d'étain, par voie sèche, par l'hydrogène sulfuré, on volatilise tout l'arsenic à l'état de sulfure, et on obtient un résidu de sulfure d'étain. On effectue ainsi facilement la séparation de l'arsenic et de l'étain, considérée jusqu'ici comme une des questions les plus difficiles de l'analyse chimique.

L'arséniate de fer, traité de la même manière, laisse un résidu de sulfure de fer exempt d'arsenic.

---

6. *Sur la densité du* SÉLÉNIUM; par M. le comte Schaffgotsch. (J. f. Prakt. Chem., t. XLIII, p. 308.)

Densité du sélénium, fondu et refroidi brusquement, vitreux.	4,282
Id. refroidi lentement, en grains, à cassure inégale.	4,801
Id. précipité de l'acide sélénieux par l'acide sulfureux..	4,259
Id. rouge précipité, devenu gris-noirâtre par une légère élévation de température.	4,264

---

7. *Sur l'équivalent du* SÉLÉNIUM; par M. Sacc. (Ann. de Chim. et de Phys., 3ᵉ série, t. XXI, p. 119.)

Le sélénium a d'abord été purifié en le dissolvant dans l'acide nitrique, volatilisant l'acide sélénieux obtenu, le dissolvant dans l'eau et précipitant le sélénium par le bisulfite d'ammoniaque additionné d'acide hydrochlorique. Le sélénium ainsi purifié fond à 250°. Sa conversion en acide sélénieux et l'analyse du sélénite de baryte ont donné, en moyenne, le nombre 491,49 pour l'équivalent du sélénium.

---

8. *Sur le dosage de la* SOUDE; par M. Frémy. (Ann. de Phys. et de Chim., t. XXIII, p. 385.)

On chauffe au rouge, dans un creuset de terre, 1 p. d'antimoine et 4 p. de nitre; il se produit de l'antimoniate de potasse anhydre insoluble, qu'on lave à l'eau froide pour enlever le nitrite et le nitrate de potasse qu'il renferme ordinairement. On fait bouillir le résidu dans l'eau pendant 2 à 3 heures, afin de le transformer en antimoniate grumeux et soluble; on filtre et on évapore la dissolution en y ajoutant plusieurs fragments de potasse. Lorsque la liqueur commence à cristalliser, on retire du feu, et le métaantimoniate de potasse se dépose en abondance. On décante la liqueur alcaline et on dessèche le sel sur de la porcelaine dégourdie. Ce sel contient toujours un excès d'alcali, et on doit le laver à deux ou trois reprises avant de s'en servir comme réactif. Comme sa dissolution aqueuse se décompose assez rapidement, il convient de le

conserver à l'état sec, et de ne le dissoudre qu'au moment même de l'employer.

Lorsqu'on veut se servir de ce sel pour reconnaître la présence de la soude dans les potasses du commerce, on pèse 1 gramme de la potasse à essayer, on dissout dans une petite quantité d'eau, on sursature par l'acide chlorhydrique, on évapore à siccité, on reprend par l'eau, et on traite par la dissolution de métaantimoniate de potasse qui précipite toute la soude à l'état de sel insoluble.

---

9. *Sur la fabrication de la* SOUDE ARTIFICIELLE; par M. Unger. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLI, p. 120; t. XLIII, p. 240; et t. XLVII, p. 78.)

M. Unger a fait des recherches étendues sur la fabrication de la soude artificielle. L'analyse de la soude brute artificielle de la fabrique de Ringkuhl, près Cassel, lui a donné :

Carbonate de soude.	23,57
Hydrate de soude.	11,12
Sulfate de soude.	1,99
Chlorure de sodium.	2,54
Carbonate de chaux.	12,90
Sulfure de fer.	2,45
Silicate de magnésie.	4,74
Oxysulfure de calcium (3CaS+CaO). .	34,76
Charbon.	1,59
Sable.	2,02
Eau.	2,10
	99,78

Le résidu de la lixiviation, à l'eau froide, de cette soude brute, se composait de :

Carbonate de chaux.	19,56
Oxysulfure de calcium ($3CaS+CaO$). .	32,80
Sulfate de chaux.	3,69
Hyposulfite de chaux.	4,12
Hydrate de chaux.	10,69
Bisulfure de calcium.	4,67
Monosulfure de calcium.	3,25
Sulfure de sodium.	1,78
Sesquioxyde de fer.	3,70
Silicate de magnésie.	6,91
Charbon.	2,60
Sable.	3,09
Eau.	3,45
	100,31

En se basant sur les proportions indiquées par Leblanc, M. Dumas avait attribué à l'oxysulfure de calcium la formule $2CaS + CaO$; tandis que les analyses de M. Unger exigent la formule $3CaS + CaO$, qui s'accorde avec celle de l'oxysulfure de baryum analysée par M. H. Rose.

M. Unger rapporte une réaction qui serait de nature à jeter quelque lumière sur la formation de la soude artificielle : quand on expose la soude brute, dans un tube luté, à la température d'un fourneau à vent, elle devient brun-rouge de gris-cendré qu'elle était auparavant. En cet état, elle cède à l'eau d'abord une quantité notable de monosulfure de sodium, et plus tard du carbonate de soude. En chauffant ensuite modérément la masse au rouge, la réaction hépatique disparaît et le produit reprend peu à peu la couleur et les propriétés de la soude brute; mais, dès que cette

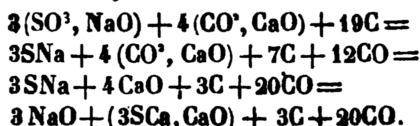
dernière est saturée d'acide carbonique, il devient très-difficile de lui faire prendre la couleur brune par une nouvelle calcination.

Cette expérience et les analyses qui précèdent conduisent M. Unger aux conclusions suivantes : les fabricants de soude portent surtout leur attention sur l'exactitude des proportions du mélange et sur la bonne conduite du feu. Les proportions sont :

	D'après Leblanc.		D'après la théorie.	
Sulfate de soude sec.	100 ou	39	3 équiv. .	40,3
Carbonate de chaux. .	100	39	4 équiv. .	38,2
Charbon.	55	22	19 équiv. .	21,5
		100		100,0

Quand le mélange est dans le fourneau, l'ouvrier active le feu aussi vivement que possible, la masse entre en fusion, et il se dégage beaucoup d'oxyde de carbone, tant par suite de la réaction du sulfate de soude sur le charbon que par la décomposition du carbonate de chaux. On a soin de ne laisser arriver qu'un faible courant d'air, de sorte que la combustion se borne à l'oxyde de carbone, qui devient ainsi une abondante source de chaleur. Quand la masse en fusion ne dégage plus que de rares bulles de gaz, cette première opération est arrivée à son terme; le produit renferme alors du sulfure de sodium, de la chaux caustique et du charbon. Dès que l'ouvrier a saisi ce moment, il diminue le feu et se met à brasser la masse avec un ringard. Quand la température s'est abaissée, la chaux et le sulfure de sodium réagissent l'un sur l'autre en donnant de la soude caustique et de l'oxysulfure de calcium. On agite alors activement les matières pour favoriser l'accès de

l'air et éviter l'élévation de température dans certaines parties, élévation qui pourrait donner lieu à la recomposition de sulfure de sodium et de chaux caustique. L'air en excès brûle le charbon restant et produit ainsi l'acide carbonique nécessaire pour carbonater la soude. Cette série de réactions peut être représentée par les formules suivantes :



$$3(SO^3, NaO) + 4(CO^2, CaO) + 19C =$$
$$3SNa + 4(CO^2, CaO) + 7C + 12CO =$$
$$3SNa + 4CaO + 3C + 20CO =$$
$$3NaO + (3SCa, CaO) + 3C + 20CO.$$

Enfin le charbon restant est brûlé par 6 équiv. d'oxygène et forme l'acide carbonique nécessaire pour carbonater la soude.



$$3(CO^2, NaO) + (3SCa, CaO) + 20CO.$$

Ces formules confirment ce fait, indiqué par Leblanc, que le mélange perd 40 p. o/o à l'état de gaz pour donner de la soude brute. Elles indiquent également que le produit peut renfermer des quantités variables de soude caustique, quand le charbon est en proportion suffisante.

Dans un mémoire subséquent, M. Unger examine ce que deviennent le sulfate de soude, la craie et le charbon, quand, mélangés intimement, ils sont exposés à une température croissante. Un mélange de 100 p. de sulfate de soude sec, 100 p. de craie et 55 p. de charbon de hêtre, fut exposé pendant une heure, dans un creuset couvert, à une température assez voisine de la fusion de l'argent. D'autres portions du même mélange furent portées à des températures de plus en plus élevées. Voici la proportion de sels de soude résultant du lessivage à l'eau froide de 100 p. des divers produits ainsi obtenus : la série des nom-

bres I, II, etc., ind que la progression croissante des températures.

	I.	II.	III.	IV	V.	VI.
Carbonate de soude. . .	10,8	14,2	25,8	14,0	7,0	6,2
Soude caustique.	0,5	0,7	1,9	7,0	7,0	8,2
Sulfure de sodium. . . .	0,3	0,6	0,9	6,9	11,8	15,8
Bisulfure de sodium. . .	»	»	0,1	»	»	»
Hyposulfite de soude. . .	»	»	0,4	0,6	0,9	1,6
Sulfate de soude.	26,5	23,2	10,3	3,5	3,9	1,6

Comme ce tableau n'explique pas si les quantités de soude caustique et de carbonate de soude préexistaient, puisqu'une partie de la réaction n'a dû s'opérer que pendant le traitement par l'eau sous l'influence de la chaux vive, M. Unger établit par d'autres expériences que les mélanges calcinés ne renfermaient pas de soude caustique. Le tableau précédent devient donc :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Carbonate de soude. . .	11,8	15,4	29,0	26,0	19,0	14,4
Monosulfure de sodium.	0,3	0,6	0,9	6,9	11,8	15,8
Hyposulfite de soude. . .	»	»	0,4	0,6	0,9	1,6
Sulfate de soude.	26,5	23,2	10,3	3,5	3,2	1,6

Par simple calcination, ce mélange ne se transforme donc point en soude brute ; mais en versant de l'eau sur ce mélange préalablement chauffé au rouge, il se dégage une grande quantité d'hydrogène. Si on continue l'addition de l'eau jusqu'à ce que le mélange soit humide, on trouve dans l'intérieur une croûte mince de carbonate de soude recouvrant une masse intacte et riche en sulfure de sodium. En calcinant vivement un mélange de soude, et exposant la masse pendant qu'elle refroidit à un courant de vapeur d'eau, on trouve également du carbonate de soude là où la matière s'est maintenue dans certaines limites de

température. Il se forme de la soude brute depuis la température de fusion d'un alliage de 1 p. d'étain et 9 p. d'argent, jusqu'à celle plus basse, correspondant à la fusion d'un alliage de parties égales de ces deux métaux.

M. Unger ajoute : « Les fabricants considèrent » comme établi qu'une soude brute ne devient » parfaite que quand, retirée du four, elle a pu se » refroidir lentement en grandes masses. Avant » leur solidification ces masses dégagent beaucoup » de gaz combustibles, et après leur refroidisse- » ment on trouve dans les pores une grande quan- » tité d'ammoniaque; ce qui prouve que l'in- » fluence de l'eau continue à s'exercer même sur » une soude retirée du fond; et comme la masse » se trouve dans les conditions nécessaires à la » transformation en carbonate des derniers restes » de sulfure de sodium, l'opinion ci-dessus énon- » cée des fabricants mérite une entière créance. »

---

10. *Nouvelle combinaison de l'*ACIDE BORIQUE *avec la soude ;* par M. Bolley. (Ann. der Phys. und Chem., t. XLVIII, p. 122.)

On connaît trois combinaisons entre l'acide borique et la soude, savoir : BO^3, NaO — $2BO^3$, NaO — $6BO^3$, NaO; M. Bolley vient de découvrir le terme $4BO^3$, NaO, qui manquait dans cette série. Pour le préparer, on fait dissoudre dans l'eau un mélange de 2 équiv. de borax et de 1 équiv. de sel ammoniac et on fait bouillir; il se produit un vif dégagement d'ammoniaque, qui cesse quand la dissolution est suffisamment concentrée, mais qui recommence dès que l'on ajoute

de l'eau. Abandonnée à l'évaporation, la dissolution laisse d'abord déposer du borax; plus tard il s'y forme, quoique difficilement, des croûtes salines, dures, limpides et brillantes, solubles dans 5 à 6 p. d'eau froide, et dont la composition est représentée par la formule $4BO^3NaO + 10HO$.

Non-seulement le borax, mais aussi la boracite, la datholite, etc., décomposent le sel ammoniac; il suffit donc qu'en présence d'un composé pareil il se trouve du sel ammoniac pour que l'acide borique se sépare, car, avec un excès de sel ammoniac, le borate de soude se décompose entièrement en acide borique et en chlorure de sodium. On pourrait peut-être trouver dans cette réaction l'explication de la formation de l'acide borique dans la nature.

---

11. *Sur l'équivalent de la* MAGNÉSIE; par MM. Svanberg et Nordenfeldt. (J. f. Prakt. Chem., t. XLV, p. 473.)

L'équivalent de la magnésie, déduit de la composition de l'oxalate de magnésie $C^2O^3, MgO + 2HO$, a été trouvé de 254,504.

M. Scheerer l'avait trouvé de 251,33, en décomposant le sulfate de magnésie par un excès de chlorure de baryum. (Ann. der Phys. und Chem., t. XL, p. 410.)

---

12. *Nouveau procédé pour séparer la* MAGNÉSIE *des* ALCALIS; par M. W. Heintz. (Ann. de Poggend., t. LXXIII, p. 119.)

Ce procédé consiste à sursaturer avec de l'am-

moniaque la dissolution des trois bases. Si cette dissolution ne contient pas de chlorure, on y ajoute un peu de sel ammoniac; si cette addition fait naître un nuage dans la liqueur, on continue à ajouter du sel ammoniac jusqu'à ce que tout trouble soit disparu. On précipite alors la magnésie par le phosphate d'ammoniaque, on lave le précipité avec de l'eau légèrement ammoniacale, on le sèche, on le calcine et on pèse le pyrophosphate de magnésie obtenu. On évapore, dans une capsule, la liqueur filtrée, jusqu'à ce que l'on ait chassé toute l'ammoniaque libre; on précipite, dans la liqueur bouillante, l'acide phosphorique par un excès de nitrate ou d'acétate de plomb, puis on ajoute à la liqueur encore chaude un mélange de carbonate d'ammoniaque et d'ammoniaque caustique; on laisse reposer quelques minutes, on filtre, et la liqueur filtrée ne renferme que de la potasse et de la soude, que l'on sépare et dose comme à l'ordinaire. Il est indispensable que la liqueur renferme des chlorures, parce que le phosphate de plomb est en partie décomposé par la digestion avec l'ammoniaque, tandis que le chlorpohosphate de plomb n'abandonne à ce réactif aucune trace d'acide phosphorique. La méthode qui vient d'être décrite n'est pas applicable en présence de la lithine.

---

13. *Sur la séparation des* ALCALIS *et de la* MAGNÉSIE *au moyen du carbonate d'argent;* par M. F. Sonnenschein. (Ann. de Poggend., t. LXXIV, p. 313.)

On ramène d'abord les alcalis et la magnésie à

l'état de chlorures; on évapore à siccité et on calcine légèrement; on laisse refroidir, on ajoute de l'eau et du carbonate d'argent, et on fait bouillir jusqu'à ce que la liqueur ait une réaction fortement alcaline, en remuant continuellement, avec un agitateur, environ 10 minutes. On filtre la liqueur chaude et on lave à l'eau bouillante. Dans la liqueur filtrée, on ajoute un peu d'acide chlorhydrique pour séparer l'argent dissous, puis on dose la potasse et la soude comme à l'ordinaire. Le précipité resté sur le filtre est repris par l'acide hydrochlorique, filtré pour séparer le chlorure d'argent, et enfin on précipite la magnésie par un mélange de phosphate de soude et d'ammoniaque.

---

14. *Sur le dosage de l'*ARSENIC; par M. Werther. (*J. f.* Prakt. Chem., t. XLIII, p. 346.)

On transforme l'arsenic en arséniate de potasse qu'on fait bouillir avec un excès de potasse, puis on ajoute un excès d'acide acétique, et enfin de l'acétate d'urane. Il se forme une combinaison bien définie ($AsO^5+2U^2O^3+HO$) insoluble dans l'eau, l'acide acétique et les dissolutions salines. On lave le précipité avec de l'eau contenant 1/16 de sel ammoniac, puis avec de l'alcool étendu de 10 parties d'eau, et on dessèche au bain-marie. Pour que ce procédé réussisse, il faut que :

1° La dissolution à précipiter ne renferme pas de sels ammoniacaux;

2° L'arséniate à analyser soit soluble dans l'acide acétique et, dans ce cas, qu'il ne se trouve pas de sel terreux en présence.

Quand ces conditions sont remplies, ce procédé de dosage de l'arsenic est plus simple que celui au moyen du fer, et tandis que l'arséniate de fer se réduit facilement pour peu que l'on chauffe, on est averti de cette réduction avec l'arséniate d'urane qui verdit alors.

15. *Sur la séparation de l'*ANTIMOINE *et de l'*ARSENIC; par M. C. Meyer. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLVI, p. 236.)

Ce procédé est fondé sur la solubilité de l'arséniate de soude dans l'eau froide et sur l'insolubilité de l'antimoniate de soude dans l'eau froide, et a donné à l'auteur des résultats très-satisfaisants.

16. *Sur le dosage de l'*ARSENIC, *de l'*ANTIMOINE *et de l'*ÉTAIN; par M. H. Rose. (Ann. der Phys. und Chem., t. XLIII, p. 582.)

On connaît les difficultés que présente l'analyse des sels alcalins formés par les acides de l'étain, de l'antimoine et de l'arsenic. M. Rose propose de simplifier l'analyse en dosant comme suit les acides métalliques par différence :

Après avoir calciné et pesé le sel à acide métallique, on le mélange avec 6 ou 8 parties de sel ammoniac pur et pulvérisé, et on introduit le tout dans un creuset de porcelaine que l'on recouvre avec un couvercle concave de platine; on calcine sur la lampe à esprit-de-vin jusqu'à ce que tout le sel ammoniac soit volatilisé; on pèse, on ajoute du sel ammoniac, et on calcine de nouveau pour s'assurer si le poids du résidu reste constant. Il ne

doit rester en dernier lieu que l'alcali à l'état de chlorure. Il arrive souvent qu'il se dépose une légère couche d'acide métallique sur la paroi intérieure du couvercle; l'acide stannique est surtout dans ce cas; il faut alors saupoudrer le couvercle avec un peu de sel ammoniac.

M. Rose donne diverses analyses faites d'après ce procédé par M. Weber. Les résultats s'accordent tous avec le calcul. Il ajoute que le résidu de chlorures alcalins était toujours complétement soluble dans l'eau; ce qui prouve l'expulsion complète de l'acide métallique.

M. Rose a également constaté que ce procédé pouvait s'appliquer au dosage du titane, du molybdène et en général de tous les métaux susceptibles de donner des chlorures très-volatils et des acides métalliques.

---

17. *Sur la séparation de l'*ÉTAIN *d'avec l'*ANTIMOINE; par M. H. Rose. (Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 301.)

Ce procédé est basé sur l'insolubilité du biantimoniate de soude et la solubilité du stannate de soude dans l'eau froide. On attaque l'alliage par l'acide nitrique, on évapore à siccité, on fait fondre le résidu avec de l'hydrate de soude dans un creuset d'argent, et on reprend par l'eau. On filtre à froid, et on lave à l'eau froide en décantant la liqueur sur le filtre. Au cas où la liqueur deviendrait trouble, on y ajoute un peu de carbonate de soude et on laisse reposer. Le résidu d'antimoniate est dissous dans un mélange d'acides chlorhydrique et tartrique, puis précipité par l'hydrogène sulfuré. Le sulfure obtenu est desséché et

pesé. M. H. Rose préfère doser l'antimoine à l'état métallique en réduisant à une basse température le sulfure par l'hydrogène dans un creuset en porcelaine, dont le couvercle est percé d'un trou dans lequel s'engage un tube en porcelaine destiné à introduire le gaz réducteur (1).

La dissolution du stannate de soude est rendue acide par l'acide hydrochlorique, et précipitée par l'hydrogène sulfuré; le sulfure obtenu est transformé par le grillage en oxyde d'étain que l'on pèse.

---

18. *Sur le dosage du* MOLYBDÈNE; par M. H. Rose. (Ann. de Pogg., t. LXXV, p. 319.)

Lorsque le molybdène a été séparé à l'état de molybdate d'ammoniaque, on introduit ce dernier dans un creuset de platine et on le chauffe très-graduellement dans un courant d'hydrogène qui le ramène à l'état d'oxyde de molybdène fixe. Lorsque l'acide molybdique est combiné avec un alcali fixe, on le précipite par un excès de protonitrate de mercure. Après avoir saturé la liqueur par l'acide nitrique, on laisse reposer, on recueille sur un filtre pesé, on lave avec une solution étendue de protonitrate de mercure, on sèche à 100°, on détache la matière du filtre, on incinère le filtre à part, et on réduit le tout comme ci-dessus par l'hydrogène à l'état d'oxyde de molybdène. Il convient d'éviter dans les liqueurs la présence de l'acide chlorhydrique qui donnerait un précipité abondant de protochlorure de mercure, lequel

(1) Les creusets à couvercle percé ont été employés déjà par M. Ebelmen.—Voir Annales des mines, 4e série, t. IV, p. 409.

se volatilise; il est vrai; pendant la calcination. On évapore ensuite à siccité, avec de l'acide sulfurique, la liqueur filtrée dont on a séparé le molybdate de mercure; en reprenant par l'eau, on sépare la presque totalité du mercure à l'état de sous-sulfate de deutoxyde. On évapore à siccité la liqueur filtrée, on calcine le résidu avec du sel ammoniac, et on obtient ainsi la potasse et la soude à l'état de chlorures neutres que l'on sépare comme à l'ordinaire.

---

19. *Sur le* MOLYBDÈNE, *son équivalent et quelques-unes de ses combinaisons*; par MM. Svanberg et Struve. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIV, p. 257.)

Les auteurs ont expérimenté une foule de méthodes pour déterminer l'équivalent du molybdène. Les nombres les plus concordants ont été obtenus en réduisant l'acide molybdique par l'hydrogène, et en décomposant les carbonates alcalins par l'acide molybdique; la moyenne de ces nombres donne 586,866 pour l'équivalent du molybdène. On est arrivé au même nombre en oxydant une quantité connue de sulfure de molybdène artificiel purifié et dosant l'acide molybdique formé; il est vrai que les auteurs ont adopté pour l'équivalent du soufre 201,75, tandis que si on le prend égal à 200,00, on arrive pour le molybdène au nombre de 575,829.

Les auteurs décrivent ensuite une série de molybdates :

Molybdate neutre de potasse; $2\,Mo^3K + Aq$. Pour obtenir ce sel, on ajoute peu à peu du trimolybdate de potasse à une solution de potasse caustique dans de l'alcool à 95 centièmes; on place le tout dans un flacon fermé qu'on agite de temps

en temps; on décante la couche huileuse qui surnage, on la lave bien à l'alcool, on la place dans une capsule sur l'acide sulfurique, et on obtient des cristaux prismatiques à quatre pans tronqués par deux facettes. Ce sel est insoluble dans l'alcool, et très-soluble dans l'eau, même après calcination. Chauffé, il perd son eau et se réduit en poudre blanche. Il ne fond qu'à la plus haute température d'une lampe à double courant d'air, et dès que la chaleur diminue, il se prend en masse cristalline. Exposé à l'air, il se liquéfie, absorbe de l'acide carbonique et se transforme peu à peu en d'autres sels.

Sel double de bimolybdate et de trimolybdate de potasse, $Mo^{17}K^{4}+6Aq$. En versant de l'acide nitrique ou de l'acide sulfurique concentré dans une solution d'acide molybdique dans le carbonate de potasse et agitant constamment, il se forme un précipité qui se redissout aussitôt; à la fin cependant le liquide reste opalin; arrivé à ce point, il dépose peu à peu le molybdate double ci-dessus; ce sel se précipite aussitôt si on opère avec des dissolutions concentrées, et la séparation a lieu même quand la dissolution est encore alcaline. On exprime immédiatement les cristaux entre des doubles de papier joseph. Obtenu par cristallisation lente, ce sel se dépose en prismes à six pans, tandis que s'il a cristallisé rapidement, il constitue des rhomboèdres microscopiques groupés en étoiles. Calciné, il perd son eau, fond, devient cristallin par le refroidissement et peu soluble dans l'eau. En dissolution aqueuse, il se décompose très-rapidement.

Si au lieu de s'arrêter quand le précipité cesse de se redissoudre on continue à ajouter de l'acide

nitrique, il se forme plusieurs combinaisons parmi lesquelles on distingue les trois suivantes :

Trimolybdate de potasse, $Mo^9K + 3Aq$. Ce sel est blanc, aciculaire, peu soluble dans l'eau froide et très-soluble dans l'eau bouillante, dont il ne se sépare plus que très-lentement; il est presque insoluble dans l'eau bouillante renfermant du nitrate de potasse. Il fond quand on le chauffe, perd son eau, se prend en masse cristalline par le refroidissement, et devient alors peu soluble dans l'eau bouillante.

Quadrimolybdate de potasse, $Mo^{12}K$. Ce sel est cristallin et insoluble dans l'eau; très-fusible, il se prend en masse cristalline par le refroidissement.

Quintimolybdate de potasse, $Mo^{15}K$. Poudre blanche qui passe aisément à travers les filtres.

Molybdate de soude neutre, $Mo^3Na + 2Aq$. S'obtient en faisant fondre de l'acide molybdique avec du carbonate de soude, en proportions convenables. Il est très-soluble dans l'eau et cristallise facilement en petits rhomboèdres aigus très-fusibles.

Bimolybdate de soude, $Mo^6Na + Aq$. Se prépare comme le précédent. Récemment fondu, il est peu soluble dans l'eau froide et ne se dissout qu'à la longue dans l'eau chaude; mais une fois en dissolution il ne se sépare que très-lentement, même après évaporation à consistance sirupeuse.

Trimolybdate de soude, $Mo^9Na + 7Aq$. Ce sel s'obtient quand on ajoute un excès d'acide nitrique à une dissolution d'acide molybdique dans le carbonate de soude. Il forme un précipité volumineux susceptible de cristalliser comme le sel de potasse correspondant. Réduit par l'hydrogène à

une haute température il se transforme en molybdate neutre.

Molybdate neutre d'ammoniaque,

MoO^3, AzH^4O. S'obtient en petits prismes à quatre pans, en dissolvant de l'acide molybdique dans un excès d'ammoniaque concentrée, ajoutant de l'alcool à 45 centièmes et séchant rapidement le précipité sur de la chaux vive, il est très-peu stable.

Bimolybdate d'ammoniaque, $2MoO^3, AzH^4O$. Ce sel se sépare en poudre cristalline lorsque l'on évapore une dissolution d'acide molybdique dans de l'ammoniaque en excès.

Sel double de bimolybdate et de trimolybdate d'ammoniaque,



$$2MoO^3, AzH^4O + 3MoO^3, AzH^4O + 3HO.$$

Ce sel s'obtient en abandonnant à l'évaporation spontanée, à l'air libre, une dissolution ammoniacale d'acide molybdique; il se forme de grands prismes à six pans, limpides et inaltérables à l'air.

Sels de baryte. L'acide molybdique forme avec la baryte un grand nombre de sels cristallins ou amorphes, solubles ou insolubles dans l'eau; on les prépare généralement par double décomposition au moyen du chlorure de baryum, les principaux sont :

Le *molybdate de baryte neutre*, Mo^3Ba, infusible.

Le *trimolybdate de baryte*, $Mo^9Ba + 3Aq$, qui fond en se déshydratant.

Le *molybdate de baryte acide*, $Mo^{27}Ba + 4Aq$, que l'on obtient en traitant le molybdate neutre par l'acide nitrique faible; il cristallise en petits prismes à six pans basés; il est insoluble dans l'eau et même dans l'acide nitrique faible.

Molybdate de plomb neutre, Mo^3Pb. S'obtient par double décomposition, quel que soit le molybdate employé.

Molybdate d'argent neutre, Mo^3Ag. S'obtient par la précipitation du molybdate neutre de potasse par le nitrate d'argent, sous la forme d'un précipité jaunâtre, floconneux, qui se rembrunit à la lumière. Peu soluble dans l'eau pure, il l'est assez dans l'acide nitrique très-étendu.

Molybdate acide d'argent, $Mo^{15}Ag^2$. Ce sel, assez soluble dans l'eau, s'obtient en précipitant une dissolution de trimolybdate de potasse par le nitrate d'argent.

---

20. *Sur l'*ILMÉNIUM; par M. H. Rose. (Ann. de Pogg., t. LXXIII, p. 449.)

M. H. Rose, en cherchant à s'assurer de nouveau de l'existence de l'ilménium, a pris de l'yttro-ilménite (ou urano-tantale) envoyée comme telle par M. Hermann, et a constaté que l'acide ilménique que l'on en retirait n'était autre chose qu'un mélange d'acides niobique, pélopique et tungstique.

---

21. *Sur la densité de l'*ACIDE NIOBIQUE; par M. H. Rose. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIII, p. 254.)

Lorsqu'on décompose par l'eau le chloride de niobium, aussitôt après sa préparation, on obtient de l'acide niobique en poudre amorphe qui, lavé puis calciné sur la lampe à esprit de vin, a une densité de 5,258.

Lorsqu'au contraire on laisse ce chloride se décomposer lentement au contact de l'air atmosphérique, on obtient de l'acide niobique en poudre cristalline qui, lavée et calcinée sur la lampe à esprit de vin, a une densité de 4,664.

Si, enfin, on expose dans un creuset de platine de l'acide niobique amorphe ou cristallisé, à la température d'un four à porcelaine, l'acide fond quelquefois, mais le plus ordinairement il s'agglomère en une masse cristalline friable dont la densité est de 4,602.

Enfin, chauffé pendant plusieurs heures dans un fourneau à vent pour les essais de fer, il passe également à l'état cristallin, et sa densité descend à 4,5614—4,581.

Contrairement à ce que l'on admet généralement, voici donc un corps dont la densité est plus grande à l'état amorphe qu'à l'état cristallin.

---

22. *Sur la densité de l'*ACIDE PÉLOPIQUE; par M. H. Rose. (Institut, n° 776, p. 352.)

L'acide pélopique subit dans sa densité des variations à peu près analogues à celles que présente l'acide niobique.

Le chloride pélopique, décomposé par l'eau immédiatement après sa préparation, donne un acide amorphe d'une densité $=6,236$. Chauffé dans un fourneau à vent, cette densité s'élève à 6,416 au bout d'une heure, et à 6,725 après trois heures de feu. Mais à la température d'un four à porcelaine il devient cristallisé, et sa densité s'abaisse à 5,7887. Il est encore cristallin lorsque le chloride pélopique a été décomposé spontanément

par l'humidité de l'air, et dans ce cas sa densité s'abaisse jusqu'à 5,495.

23. *Sur la densité de l'*ACIDE TANTALIQUE; par M. H. Rose. (Institut, n° 778, p. 367.)

L'acide tantalique retiré du chloride par l'action immédiate de l'eau est amorphe, et celui qui provient de la décomposition spontanée à l'air humide est cristallin. Chauffés l'un et l'autre sur la lampe à esprit de vin jusqu'à ce que l'éclair se produise, ils acquièrent une densité presque identique, 7,280 et 7,284. Chauffés au fourneau à vent, leur densité s'élève à 7,851, et enfin au four à porcelaine elle s'affaiblit un peu, et descend à 7,783.

24. *Sur l'équivalent du* TITANE; par M. Isidore Pierre. (Ann. de Chim. et de Phys., 3e série, t. XX, p. 257.)

M. Pierre s'est servi, pour la détermination de l'équivalent du titane, de la méthode imaginée par M. Gay-Lussac pour l'analyse des alliages d'argent et appliquée par M. Pelouze à la recherche des poids atomiques des divers corps simples.

Il a ainsi trouvé pour l'équivalent du titane le nombre 314,69, qui diffère beaucoup de celui 303,686 généralement adopté.

25. *Sur l'analyse des combinaisons qui renferment des* PHOSPHATES, *des* SILICATES *et des* ARSÉ-

NIATES *d'alumine, d'oxydes de fer et de manganèse*; par MM. Frésénius et Erlenmeyer. (J. f. Prackt. Chem., t. XLV, p. 257.)

Séparation de l'oxyde de fer et de l'acide phosphorique en présence des alcalis. Supposons que la combinaison renferme beaucoup de sesquioxyde de fer, de la chaux et un peu d'acide phosphorique; on la dissout dans l'acide chlorhydrique, on fait bouillir et on ajoute une dissolution de sulfite de soude jusqu'à ce que la liqueur soit devenue vert clair; on chasse ensuite l'excès d'acide sulfureux par l'ébullition, on ajoute un peu de carbonate de soude pour neutraliser à peu près l'acide libre, puis quelques gouttes d'eau de chlore et enfin un grand excès d'acétate de soude. Il se forme aussitôt un précipi é blanc, floconneux, de phosphate de sesquioxyde de fer. En ajoutant alors une nouvelle portion d'eau de chlore la liqueur devient rougeâtre; on fait bouillir jusqu'à ce qu'elle soit devenue limpide, on filtre immédiatement et on lave à l'eau chaude. La liqueur renferme du fer et de la chaux que l'on sépare comme à l'ordinaire; le précipité est composé de phosphate de sesquioxyde de fer et d'un peu d'acétate basique de fer; on y sépare le fer et l'acide phosphorique par le sulfhydrate d'ammoniaque.

Le procédé suivant dispense de l'emploi du sulfhydrate d'ammoniaque: on dissout la matière dans l'acide chlorhydrique, on réduit par le sulfite de soude, on ajoute un excès de potasse ou de soude caustique, on fait bouillir jusqu'à ce que le précipité soit devenu noir et grenu, et on filtre à travers du papier peu poreux; le précipité est de l'oxyde ferroso-ferrique exempt d'acide phospho-

rique; tout l'acide phosphorique se trouve dans la liqueur et on le dose à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Séparation du fer et de l'alumine. Des expériences nombreuses et précises, faites par les auteurs, constatent le peu d'exactitude du procédé de séparation au moyen de la potasse, ainsi que du procédé de M. Knop qui emploie un mélange de potasse et de sulfhydrate d'ammoniaque. Selon eux, le procédé suivant donne des résultats très-exacts :

On fait bouillir la dissolution renfermant le fer et l'alumine, on la retire du feu, on ajoute du sulfite de soude, on fait bouillir de nouveau, on neutralise par le carbonate de soude, on précipite par la soude caustique, on fait bouillir en agitant le mélange jusqu'à ce que le précipité soit devenu noir et grenu; on laisse déposer, on lave d'abord le précipité par décantation, puis on l'introduit sur un filtre et on achève le lavage à l'eau chaude. La liqueur filtrée, acidulée par de l'acide chlorhydrique, puis additionnée d'un peu de chlorate de potasse, est enfin précipitée par l'ammoniaque. Après un repos de quelques heures, on filtre : toute l'alumine se trouve dans le précipité. Le chlorate de potasse ajouté a pour but de détruire la matière organique que la liqueur alcaline enlève toujours au papier à filtre. C'est cette matière organique qui s'oppose à la précipitation des dernières portions d'alumine.

Séparation de l'alumine et de l'acide phosphorique. Quand on veut analyser une combinaison renfermant de l'alumine, du sesquioxyde de fer, de la chaux et de la magnésie, il faut avant tout chercher à éliminer l'alumine. Par consé-

quent, après avoir réduit le fer au moyen du sulfite de soude, on précipite par le carbonate de soude, et on fait bouillir le tout avec un excès de soude. Pour maintenir l'alumine en dissolution, on a soin d'ajouter, de temps à autre, un peu de soude, car, pendant l'ébullition, l'acide carbonique qui était uni au protoxyde de fer se porte sur la soude et lui ôte, par conséquent, la propriété de dissoudre l'alumine.

La dissolution renferme toute l'alumine et une portion de l'acide phosphorique. Si la combinaison ne renferme, en bases, que de l'alumine et de l'oxyde de fer, tout l'acide phosphorique reste dans la liqueur.

Dans l'un et l'autre cas, on sépare l'alumine et l'acide phosphorique comme suit : La liqueur alcaline est rendue acide puis précipitée par l'ammoniaque; on ajoute ensuite du chlorure de baryum tant qu'il se forme un précipité. Après avoir fait reposer pendant quelques instants, on filtre et on dissout le précipité dans l'acide chlorhydrique; la dissolution, neutralisée, à chaud, par du carbonate de baryte, est additionnée d'un excès de soude caustique, puis on ajoute un peu de carbonate de soude pour éloigner la baryte qui a pu rester en dissolution, et enfin on filtre. Le précipité renferme tout l'acide phosphorique à l'état de phosphate de baryte; l'alumine se trouve dans la dissolution. En aiguisant cette dernière par l'acide chlorhydrique, la faisant bouillir avec du chlorate de potasse et la précipitant par l'ammoniaque, on en sépare de l'alumine pure. Quant au précipité barytique, on le dissout dans l'acide chlorhydrique, on précipite la baryte par l'acide sulfurique et on dose l'acide phosphorique à l'état de phos-

phate double de magnésie et d'ammoniaque.

Marche combinée de l'analyse. Supposons le cas le plus défavorable. La combinaison renferme à la fois de l'acide phosphorique, de la silice, de l'acide sulfurique et de l'acide arsenique, un grand excès de sesquioxyde de fer, du protoxyde de manganèse, de l'alumine, de la chaux, de la magnésie et du sable; beaucoup de minerais de fer sont dans ce cas.

Une quantité déterminée de cette substance est traitée par l'acide chlorhydrique, moyennement étendu, à une température voisine de l'ébullition; quand il ne se dissout plus rien, on filtre à travers un papier dont on a dosé les cendres, et on lave le résidu, que l'on pèse avec le filtre, pour l'en séparer ensuite, le calciner et le peser de nouveau. Cela fait, on l'introduit dans une dissolution bouillante de carbonate de soude, on fait bouillir pendant quelque temps, on passe la liqueur à travers le filtre qui a déjà servi, on lave le précipité, on le calcine et on le pèse. La différence entre ce résultat et celui de la précédente pesée donne la quantité de silice non dissoute et que le minerai renfermait en combinaison.

La dissolution ferrugineuse est évaporée à siccité à une température un peu supérieure à 100°, puis arrosée d'acide chlorhydrique, traitée par l'eau et filtrée pour séparer la silice.

On fait bouillir la liqueur avec du sulfite de soude, et on sature d'hydrogène sulfuré pour précipiter l'arsenic. On fait bouillir la liqueur filtrée pour chasser l'hydrogène sulfuré, puis on précipite par le carbonate de soude et on fait bouillir avec un excès de potasse caustique jusqu'à ce que le précipité soit devenu noir et grenu. Ce préci-

pité, bien lavé à l'eau chaude, contient de l'oxyde ferroso-ferrique, du carbonate manganeux, des carbonates et phosphates de chaux et de magnésie; on le remet, avec le filtre, dans un ballon, et on le fait digérer, dans un endroit chaud, avec de l'acide chlorhydrique, jusqu'à dissolution complète; on filtre, on réduit par le sulfite de soude, on neutralise presque entièrement par le carbonate de soude, on fait bouillir, on ajoute de l'acétate de soude et de l'eau de chlore jusqu'à ce que la liqueur devienne rougeâtre; on fait bouillir de nouveau, on filtre bouillant et on lave le précipité, qui se compose de phosphate et d'un peu de sous-acétate de fer.

La liqueur, filtrée, traitée par un mélange d'ammoniaque et de sulfhydrate d'ammoniaque, forme un précipité de sulfure de fer et de sulfure de manganèse qu'on lave rapidement. La dissolution renferme de la chaux et de la magnésie qu'on dose par les procédés connus. Quant aux deux sulfures ci-dessus, on les dissout dans l'acide chlorhydrique; on oxyde au moyen du chlorate de potasse ou de l'acide nitrique, on chasse le chlore par l'ébullition, on laisse refroidir à 60° C., on neutralise à peu près par le carbonate de soude, on précipite l'oxyde de fer par le carbonate de baryte, et on procède pour le reste par les méthodes connues.

La liqueur alcaline qui surnageait le précipité d'oxyde de fer, de carbonate manganeux, etc., renferme toute l'alumine et une partie de l'acide phosphorique. On sépare l'alumine comme il a été dit plus haut; le précipité de phosphate de baryte est redissous dans l'acide chlorhydrique et on élimine la baryte par l'acide sulfurique; on ajoute

la liqueur restante à celle que l'on obtient en dissolvant dans l'acide chlorhydrique le précipité de phosphate et de sous-acétate de fer, réduisant par le sulfite de soude, précipitant à chaud par la soude caustique et filtrant pour séparer l'oxyde ferroso-ferrique. Dans le liquide résultant on dose l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

L'acide sulfurique se dose par un essai à part.

On comprend que la méthode analytique ci-dessus, se simplifie plus ou moins, suivant la présence ou l'absence d'un ou plusieurs des éléments supposés contenus dans la matière à examiner.

---

26. *Sur l'analyse des* PHOSPHATES D'URANE; par M. Werther. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIII, p. 321.)

On carbonise à l'abri de l'air, dans un creuset de platine, du tartrate de soude et de potasse, on y introduit ensuite le phosphate d'urane pesé, et on chauffe jusqu'à fusion; à ce point le sesquioxyde d'urane est réduit à l'état de protoxyde, et on peut traiter par l'eau sans craindre d'entraîner de l'urane, qui reste avec le charbon sur le filtre. En traitant le résidu par l'acide nitrique, on enlève le protoxyde d'urane, qu'on précipite par l'ammoniaque et qu'on calcine. L'acide phosphorique contenu dans la liqueur filtrée est dosé à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Dans l'emploi de ce procédé il faut avoir soin que le fond du creuset soit occupé par la masse carbonée, afin que l'acide phosphorique ne puisse se réduire et percer le creuset; il faut encore ne

pas pousser la chaleur au delà du rouge, et opérer aussi rapidement que possible.

On peut appliquer cette méthode à l'analyse de l'uranite et de la chalcolite.

---

27. *Sur les combinaisons de l'*OXYDE DE PLOMB *avec l'*ACIDE PHOSPHORIQUE; par M. W. Heintz. (Ann. de Pogg., t. LXXIII, p. 122.)

En versant une solution bouillante de chlorure de plomb dans une solution également bouillante de phosphate de soude ordinaire en excès, et faisant bouillir quelque temps, filtrant et lavant à l'eau chaude, on obtient un phosphate de plomb dont l'analyse a donné :

	I.	II.	III.	Calculé.	
Plomb.	74,30	75,00	76,21	75,80	10Pb
Chlore.	2,75	2,64	2,72	2,59	1Gl
Acide phosphorique.	15,57	15,41	15,41	15,68	$2\dddot{P}$
Oxygène.	7,38	6,95	5,66	5,27	9O
Eau.				0,66	$1\dot{H}$
	100,00	100,00	100,00	100,00	

ce qui conduit à la formule $3\dddot{P}Pb^3 + GlPb + \dot{H}$.

Lorsqu'au contraire on verse le phosphate de soude dans un excès de chlorure de plomb, on obtient un phosphate dont l'analyse a donné :

	I.	II.	III.	IV.	Calculé.	
Plomb.	74,55	74,76	75,30	76,76	76,22	7Pb
Chlore.	3,41	3,67	3,54	3,61	3,72	1Gl
Oxygène.	7,24	6,48	6,02	4,52	5,05	9O
Acide phosphorique	14,80	15,00	15,14	15,11	15,01	$2\dddot{P}$
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

ce qui conduit à la formule $2\dddot{P}Pb^3 + GlPb$.

En précipitant une dissolution bouillante de nitrate de plomb par de l'acide phosphorique pur, on obtient un beau précipité blanc nacré dont l'analyse a donné :

	I.	II.	III.	Calculé.	
Oxyde de plomb. . .	73,58	73,48	73,43	73,51	2Pb
Acide phosphorique.	23,57	23,54	23,74	23,52	$\dddot{P}$
Eau.	3,01	2,98	2,81	2,97	1$\dot{H}$
	100,00	100,00	100,00	100,00	

ce qui conduit à la formule $\dddot{P}\dot{P}b^2 + \dot{H}$.

Enfin, en précipitant incomplétement l'acétate de plomb par le phosphate de soude, lavant et desséchant le précipité à 130° C., on obtient une poudre blanche dont l'analyse a donné :

	I.	II.	III.	Calculé.	
Oxyde de plomb. . . .	82,99	82,73	82,90	82,42	3Pb
Acide phosphorique. .	17,01	17,27	17,10	17,58	1$\dddot{P}$
	100,00	100,00	100,00	100,00	

ce qui conduit à la formule $\dddot{P}\dot{P}b$.

---

28. *Préparation des* BICHROMATES *de potasse et de chaux*; par M. Jacquelain. (Ann. de Chim. et de Phys., t. XXI, p. 478.)

On mélange le minerai de chrome finement pulvérisé avec de la craie, on calcine pendant neuf à dix heures, au rouge vif, sur la sole d'un four à réverbère, en ayant soin de renouveler fré-

quemment les surfaces. Quand la matière a acquis une couleur vert-jaunâtre, et est devenue complétement soluble dans l'acide chlorhydrique, on la retire du four, on la broie, on la délaie dans l'eau chaude et on ajoute de l'acide sulfurique, en agitant constamment. On s'arrête lorsque tout le chromate de chaux est passé à l'état de bichromate, ce que l'on reconnaît à ce que la liqueur rougit faiblement le papier de tournesol. Si un peu de peroxyde de fer s'est dissous, on le précipite par une légère addition de craie.

On utilise ensuite la liqueur décantée à la préparation du bichromate de potasse, des chromates de plomb et de zinc.

---

29. *Sur la séparation du* NICKEL *d'avec le* COBALT; par MM. J. Liebig et H. Rose. (Ann. der Chem. u. Pharm., t. LXV, p. 244, et Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 545.)

La méthode de M. Liebig consiste à ajouter de l'acide cyanhydrique à la solution des deux métaux, puis à la neutraliser par la potasse, ou bien à la traiter par du cyanure de potassium exempt de cyanate. On fait ensuite bouillir; l'acide cyanhydrique se dégage, ainsi qu'une certaine quantité d'hydrogène, tandis que le cyanure de cobalt se transforme en cobaltocyanure, et le cyanure de nickel en nickelocyanure de potassium. En ajoutant à la dissolution chaude de l'oxyde de mercure délayé dans l'eau, le nickel est précipité en entier à l'état d'oxyde; de neutre qu'elle était aupara-

vant, la dissolution est devenue alcaline. On lave le précipité et on le calcine pour chasser le mercure; le résidu est de l'oxyde de nickel pur. Pour doser le cobalt qui est contenu en totalité dans la liqueur, on y ajoute un excès d'acide acétique, on précipite à chaud par le sulfate de cuivre, et on fait bouillir quelque temps avant de filtrer, on calcine le cobaltocyanure de cuivre obtenu, on dissout le résidu dans de l'acide chlorhydrique concentré avec un peu d'acide nitrique, on précipite le cuivre par l'hydrogène sulfuré, dont on chasse ensuite l'excès par l'ébullition, et enfin on précipite l'oxyde de cobalt par une solution bouillante de potasse caustique.

M. Liebig ajoute qu'on peut substituer l'emploi de l'ammoniaque à celui de la potasse qu'on ajoute à la dissolution des métaux, après l'addition de l'acide cyanhydrique; par l'ébullition il se forme du cobaltocyanure et du nickelocyanure d'ammonium; quand on y ajoute de l'hydrosulfate d'ammoniaque saturé de soufre, elle se colore en noir, et, après quelque temps d'ébullition, elle devient incolore en déposant du sulfure de nickel. Le liquide surnageant est exempt de nickel et renferme du cobaltocyanure et du sulfocyanure d'ammonium.

Le procédé de M. Henri Rose est basé sur ce fait que : lorsqu'on dirige un courant de chlore dans une dissolution de cobalt contenant un excès d'acide chlorhydrique, tout le métal se suroxyde, tandis que dans les mêmes circonstances le nickel reste intact. Voici maintenant les détails de l'opération :

On dissout les deux métaux dans un excès d'a-

cide hydrochlorique et on étend de beaucoup d'eau. Un à deux grammes d'alliage ou d'oxyde exigent environ un litre d'eau. On sursature la dissolution de chlore, puis on ajoute du carbonate de baryte en excès, qu'on laisse en contact pendant dix-huit heures à froid, en agitant de temps à autre. Il se précipite du peroxyde de cobalt, qu'on recueille, ainsi que l'excès de carbonate de baryte, sur un filtre; on lave à l'eau froide, on dissout à chaud dans l'acide chlorhydrique, on précipite la baryte par l'acide sulfurique, puis le cobalt par la potasse caustique, et on réduit par l'hydrogène l'oxyde de cobalt lavé et séché. La liqueur dont on a précipité le peroxyde de cobalt est d'un vert pur et ne renferme pas de cobalt. On en précipite le nickel par la potasse et on le dose par la méthode ordinaire.

Le principe fécond qui sert de point de départ à cette dernière méthode peut encore servir à la séparation de beaucoup d'autres métaux. On peut séparer ainsi le fer du manganèse, et le cobalt du zinc.

---

30. *Action du* ZINC MÉTALLIQUE *sur les dissolutions mercurielles;* par M. H. Rose. (Ann. de Pogg., t. LXX, p. 311.)

Le zinc précipite complétement le mercure de ses dissolutions nitrique et sulfurique acides. Le mercure se dépose en gouttelettes sans s'unir au zinc. Il en est de même avec une solution de bichlorure de mercure; mais si l'on ajoute de l'acide hydrochlorique à la liqueur, la lame de zinc s'a-

malgame aussitôt et devient très-brillante, tandis que le dégagement de gaz cesse presque complétement. Le zinc n'a aucune action sur les protochlorure et protosulfate de mercure, même récemment précipités et en présence de l'eau.

---

31. *Traitement des* MINERAIS DE PLATINE; par M. Hess. (J. f. Prackt., Chem., t. XL, p. 498.)

On fond le minerai avec deux à trois fois son poids de zinc; on obtient ainsi une masse homogène et friable, que l'on pulvérise et que l'on traite à plusieurs reprises par de l'acide sulfurique à 10 équiv. d'eau, et le résidu lavé ne contient plus de zinc et presque plus de fer; on le traite par l'acide nitrique pour enlever le cuivre et le plomb, et enfin on obtient un nouveau résidu platinifère débarrassé des métaux qui compliquent l'opération, et dans un état de division tel, qu'il se dissout très-facilement dans l'eau régale.

---

32. *Sur l'*ACIDE OSMAN-OSMIQUE; par MM. Fritzsche et Struve. (Rapp. ann. sur les progrès de la Chim., 1847, p. 92.)

La composition de cet acide peut se représenter par la formule OsO^3,OsAz. Il se forme lorsqu'on mélange un osmate, avec excès de base, et de l'ammoniaque caustique.

Les osman-osmates se décomposent avec détonnation sous l'influence de la chaleur et par le choc,

à l'exception du sel mercureux. Ils sont cristallisables et plus ou moins solubles dans l'eau. On peut mettre l'acide en liberté en décomposant le sel barytique par de l'acide sulfurique, ou le sel argentique par l'acide chlorhydrique, et l'on obtient ainsi une dissolution jaune; mais elle est peu stable, et lorsqu'on la concentre elle dégage du gaz et donne un précipité brun. L'acide osman-osmique décompose les carbonates avec effervescence; il dissout le zinc avec un faible dégagement gazeux, mais la liqueur ne tarde pas à se décomposer et à précipiter en brun.

L'*osman-osmate de potasse* s'obtient en versant de l'ammoniaque dans une dissolution chaude d'osmate potassique basique suffisamment concentrée. Le sel se dépose, par le refroidissement, en grains jaune-citron. En redissolvant ces grains dans l'eau froide jusqu'à saturation, on obtient par l'évaporation spontanée des cristaux cubo-octaédriques qui, au-dessus de 180°, brunissent, puis se decomposent avec explosion. Ce sel est peu soluble dans l'eau, encore moins dans l'alcool et insoluble dans l'éther.

Le *sel de soude* se prépare comme le précédent ou par la réaction de l'osman-osmate d'argent sur le chlorure de sodium; en évaporant la dissolution dans le vide on obtient de grands prismes renfermant de l'eau de cristallisation, dans laquelle ils fondent sous l'influence d'une douce chaleur, et qu'ils perdent plus tard sans que le sel se décompose. Ce sel est très-soluble dans l'eau.

L'*osman-osmate d'ammoniaque* se prépare également par la réaction du sel d'argent sur le sel ammoniac. On obtient ainsi de grands cristaux

anhydres, très-solubles dans l'eau et l'alcool, et qui détonnent à 125°.

L'*osman-osmate de baryte* préparé de même est très-soluble dans l'eau, détonne à 150° et se présente en aiguilles jaunes et brillantes.

Le *sel zincique* est très-soluble et n'a pu être obtenu à l'état cristallisé. Il se combine avec 2 équiv. d'ammoniaque pour former un sel jaune pâle insoluble qui détonne à 150° et est décomposé par l'ébullition avec l'eau.

Le *sel mercurique* s'obtient en broyant l'osman-osmate d'argent avec du bichlorure de mercure et de l'eau, et se dépose en cristaux prismatiques dans la dissolution filtrée. Toutefois la dissolution et les cristaux ne tardent pas à noircir.

Le *sel mercureux* est un précipité jaune et cristallin qu'on obtient par double décomposition. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide nitrique, et se décompose par les chlorures comme le sel argentique. Il ne détonne pas par l'action de la chaleur mais se sublime peu à peu, même lorsqu'on le chauffe rapidement, et exhale une forte odeur d'acide osmique.

L'*osman-osmate d'argent* se prépare en dissolvant de l'acide osmique dans une dissolution ammoniacale d'un sel argentique et saturant l'ammoniaque en excès par l'acide nitrique, ou bien en précipitant le sel potassique par le nitrate d'argent. On obtient ainsi une poudre jaune, cristalline, qu'on peut dessécher dans le vide sur l'acide sulfurique et dans l'obscurité. Il détonne fortement, soit à 80°, soit sous le marteau, soit lorsqu'on fait passer de l'hydrogène sulfuré sur le sel

sec. Il est peu soluble à froid dans l'eau et dans l'acide nitrique, mais il se dissout facilement dans l'ammoniaque.

—

ANALYSES

De produits d'arts.

TRAVAUX DE 1847-1848. (Extraits de journaux.)

1. *Sur quelques* ALLIAGES *ou amalgames;* par M. Crookewit. (J. f. Prackt. Chem., t. XXV, p. 87.)

Amalgame d'or. L'or en poudre, précipité par le sulfate ferreux et séché, fut introduit peu à peu dans du mercure chauffé à 120°; la dissolution s'opéra rapidement, et au bout de quelque temps la surface du bain métallique se reçouvrit de lamelles. Après le refroidissement, la masse parut d'abord homogène; mais lorsqu'on vint à l'agiter avec une baguette de fer, il se produisit un précipité cristallin qui fut séparé par filtration à travers une peau, puis fortement exprimé sous une presse. L'amalgame qui reste est blanc, d'un éclat perlé, dur et à cassure froide et cristalline; sa densité = 15,412, et sa composition est représentée par la formule $Au\,Hg^4$.

Amalgames d'argent. On fit dissoudre 4 à 5 grammes de nitrate d'argent cristallisé dans un litre et demi d'eau distillée et on mit la dissolution en contact avec 5 à 6 grammes de mercure. Au bout de huit jours, le mercure se recouvrit de longues aiguilles dont quelques-unes étaient garnies de lamelles à leurs extrémités. Il se produisit en outre un dépôt moins bien cristallisé qui fut

analysé séparément. Si l'on fait varier les proportions du mercure, on peut obtenir les amalgames



$AgHg^2$; $AgHg^3$; $AgHg^4$; Ag^5Hg^{16}.

L'arbre de Diane a fourni à l'analyse 27,4 p. o/o d'argent, tandis que la formule $AgHg^3$ en donne 26,4.

La combinaison Ag^5Hg^{16} a été trouvée dans la nature par M. de Heyer.

Amalgame de bismuth. En versant du bismuth fondu dans du mercure chauffé, et éloignant l'excédant de mercure, on obtient l'amalgame de bismuth Bi Hg, d'une densité = 10,45, cristallin et d'un grain plus grossier que les précédents.

Amalgames de zinc, de cadmium et de plomb. Ces divers amalgames se préparent comme le précédent.

L'amalgame d'étain Sn^5Hg^3, dont la densité = 9,38, est en cristaux plus fins et moins brillants que ceux de l'amalgame de bismuth.

L'amalgame de cadmium Cd^2Hg^5 est cristallin et a une densité de 12,615.

L'amalgame de plomb PbHg, dont la densité = 11,93, a une couleur un peu plus bleuâtre que celui d'étain avec lequel il a beaucoup d'analogie.

Amalgames de potassium. Une condition indispensable à la réussite de la préparation de ces amalgames est d'opérer à l'abri du contact de l'air. Le produit est cristallin et d'un beau blanc perlé. M. Crookewit a obtenu deux amalgames de potassium renfermant pour un équivalent de potassium, l'un 20 équivalents, l'autre 25 équivalents de mercure.

Alliages de cuivre et d'étain.

Composition. . .	Cu^2Sn^5	Cu^2Sn^3	$CuSn$	Cu^2Sn
Densités.	7,652	7,939	8,072	8,512

Alliages de cuivre et zinc. Un équivalent de cuivre fut fondu dans un creuset de graphite avec deux équivalents de zinc, puis quand la masse se fut un peu refroidie, on décanta. La partie solide avait une cassure blanche; elle était cristallisée en lamelles et jouissait d'un toucher gras. Sa composition était exprimée par la formule $Cu^3 Zn^5$.

Avec équivalents égaux de chacun de ces métaux, on obtient un alliage $Cu^3 Zn^2$ très-dur, à cassure cristalline et d'un jaune clair.

Deux équivalents de cuivre et un équivalent de zinc donnent une combinaison $Cu^2 Zn$, plus dure et plus friable qne la précédente, et possédant une teinte verdâtre.

Alliages de cuivre et plomb. Un équivalent de cuivre et deux équivalents de plomb ont donné un alliage $Cu^2 Pb^3$, rougeâtre et sans cassure cristalline, dont la densité était de 10,753.

Avec équivalents égaux de cuivre et de plomb, on obtint un alliage Cu Pb, gris, virant au rouge, d'une densité = 10,575.

Alliages de zinc et d'étain.

Composition. .	**$SnZn^2$**	**SnZn**	**Sn^2Zn**
Densités. . . .	**7,096**	**7,115**	**7,235**

Alliages de plomb et d'étain.

Composition. .	**Sn^3Pb**	**SnPb**	**$SnPb^4$**
Densités. . . .	**9,625**	**9,394**	**9,966**

---

2. Alliage *pour coussinets de locomotives*. (Revue scientifique, t. XXIV, p. 244.)

Cet alliage, connu sous le nom d'alliage mé-

tallique de Dewrance, est composé de 6 parties d'étain, 8 parties d'antimoine et 4 parties de cuivre.

---

3. *Analyses de quelques variétés de* CUIVRE *de Chine*; par M. Onnen. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIV, p. 242.)

	Cuivres rouges.				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Densités. .	8,93	8,31	8,58	8,70	8,46
—	—	—	—	—	—
Argent. . .	0,805	0,14	»	»	»
Cuivre. . .	97,790	98,49	97,12	92,65	93,48
Fer.	0,210	0,01	1,28	0,10	4,43
Nickel. . .	1,350	1,19	1,84	2,11	0,46
Soufre. . .	»	»	0,30	0,06	0,47
Plomb. . .	»	»	»	5,75	»
	100,155	99,83	100,54	100,67	98,84

I, II et III. Cuivres rouges chinois, première qualité.
IV et V. Cuivres rouges chinois, deuxième qualité.

	Cuivres jaunes.		Cuivres blancs.	
	VI.	VII.	VIII.	IX.
Densités. . .	8,70	8,45	8,57	7,84
—	—	—	—	—
Argent. . .	0,07	0,07	0,12	0,14
Cuivre. . . .	82,31	62,49	87,54	85,09
Fer.	0,19	0,40	1,17	4,08
Nickel. . . .	0,71	0,74	11,48	9,49
Cobalt. . . .	»	»	0,44	1,16
Soufre. . . .	»	»	0,10	0,49
Zinc.	17,56	35,84	»	»
	100,74	99,54	100,85	100,45

VI et VII. Cuivres jaunes chinois, troisième qualité.
VIII et IX. Cuivres blancs ou packfong.

---

4. *Analyses de* FONTES *et* FERS *forgés de l'Amérique septentrionale;* par M. Svanberg. (J. f. Prackt. Chem., t. XL, p. 232.)

1° *Fontes.*— *a*, de Juanita; *b*, de Long-Mine, comté d'Orange, New-York; *c*, de Salisbury, Connecticut; *d*, du Missouri; *e*, d'un fourneau à l'anthracite de Columbia, Denville; *f*, de la compagnie Lehigh-Iron.

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.	*f*.
Carbone. . . .	2,8913	2,3900	3,0529	5,3617	6,4797	4,4064
Silicium	0,8293	1,9042	1,3442	1,0948	1,9607	1,0350
Aluminium.. .	»	»	»	»	»	0,0406
Calcium.	»	»	»	»	»	0,0163
Phosphore. . .	0,1592	0,0272	0,1224	0,1806	1,4591	0,0017
Soufre.	0,0052	0,0044	0,0028	0,0170	0,0023	0,0600
Cuivre.	traces.	»	0,0101	0,0235	»	0,0154
Fer.	96,1150	95,6733	95,4676	93,3224	90,0985	94,3948
	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000

2° *Fers forgés.* — *a*, Juanita; *b*, Long-Mine; *c*, Salisbury; *d*, Missouri; *e*, fer à clous.

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	*e*.
Silicium.	0,3765	0,5323	0,0876	0,2870	0,3006
Phosphore.	0,0942	0,0283	0,0235	0,0295	0,0773
Soufre.	0,0042	0,0010	0,0055	0,0024	0,0020
Cuivre.	0,0168	»	»	»	0,5644
Fer, carbone et perte. .	99,5083	99,4434	99,8833	99,6811	99,0557
	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000

---

5. *Analyses de* GAZ *de hauts-fourneaux à la houille;* par MM. Bunsen et Playfair. (Rapp. Ann. sur les progr. de la chim., 1848, p. 33.)

Ces gaz ont été recueillis dans le haut-fourneau

de Alfreton-Iron Works (Angleterre), où l'on emploie comme combustible de la houille crue de Gasforth. Cette houille, soumise à la distillation sèche, a fourni :

Coke.	68,925
Goudron.	12.230
Eau.	7,569
Hydrogène proto-carboné. .	7,021
Oxyde de carbone.	1,185
Acide carbonique.	1,073
Gaz oléifiant.	0,753
Hydrogène sulfuré.	0,549
Hydrogène.	0,499
Ammoniaque.	0,211
Azote.	0.035
	100,000

L'analyse des gaz pris à diverses profondeurs a donné :

	PROFONDEUR au-dessous du gueulard, en m.								
	5	8	11	14	17	20	23	24	34
Azote.	55,35	54,77	52,57	50,95	55,49	60,46	58,28	56,75	58,05
Acide carbonique.	7.77	9,42	9,41	9,10	12,42	10,83	8,19	10.08	»
Oxyde de carbone.	25,97	20,24	23,16	19,32	18,77	19,43	29,97	25,19	37,43
Hydrogène proto-carboné.	3,75	8,23	4,57	6,64	4,31	4,40	1,64	2,33	»
Hydrogène.	6,73	6,49	9.33	12,42	7,62	4,83	4,92	5,65	2,18
Gaz oléifiant.	0,43	0,85	0,95	1,57	1,39	»	»	»	»
Cyanogène.	»	»	»	»	»	»	trace.	trace.	1,34
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Le cyanogène provient de la décomposition du cyanure de potassium qui se forme dans la partie inférieure du fourneau. En faisant une prise de gaz à 1 mètre au-dessus du creuset, le tube de dégagement s'obstrue rapidement par la conden-

sation d'un corps que l'analyse a fait reconnaître pour du cyanure de potassium (1).

---

6. *Analyses de quelques* GRÈS CÉRAMES; par M. Salvétat. (Ann. de Chim. et de Phys., 3e série, t. XXIII, p. 249.)

a) *Grès cérames lustrés et glacés.*

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Silice.	74,00	74,60	64,61	74,30	75,00
Alumine.	22,04	19,00	24,50	19,50	22,10
Oxyde de fer. . .	2,00	4,25	8,50	3,96	1,00
Chaux.	0,60	0,62	0,56	0,50	0,25
Magnésie.	0,17	traces.	0,92	0,80	traces.
Alcalis.	1,06	1,30	1,42	0,50	0,84
	99,87	99,77	99,91	99,50	99,19

(1) *Vauxhall.* Pâte blanchâtre fine, à surface poreuse, vernissée au sel marin.

(2) *Helsingborg.* Pâte grisâtre grossière, vernissée au sel marin.

(3) *Frechen.* Pâte brun foncé, fine, bien tournée, vernissée, à couverte terreuse.

(4) *Voisinlieu.* Pâte blanchâtre, fine, vernissée au sel marin.

(5) *Saint-Amand.* Pâte commune, à couverte terreuse.

---

(1) Nous avons observé, dès 1842, le même phénomène dans une prise de gaz faite au-dessous du ventre du haut-fourneau au charbon de bois de l'usine de Maria-Zell (Styrie). P. D.

b) Grès cérames mats.)

	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Silice.	65,80	62,00	62,04	67,40	66,49
Alumine.	27,64	22,00	20,30	29,00	26,00
Oxyde de fer. . .	4,25	14,00	15,58	2,00	6,12
Chaux.	1,12	0,50	1,08	0,60	1,04
Magnésie.	0,64	traces.	traces.	»	0,15
Alcalis.	0,24	1,00	traces.	0,60	0,20
	99,69	99,50	99,00	99,60	100,00

(6) *Saveignies*. Pâte brun clair, grossière, très-sonore.

(7) *Chine*. Pâte très-fine, fortement colorée en brun-rouge.

(8) *Japon*. Idem.

(9) *Baltimore*. Pâte blanchâtre, très-fine.

(10) *Wedgwood*. Pâte jaunâtre, très-fine, très-sonore.

M. Salvétat déduit de ses recherches les propositions suivantes :

1° Les grès cérames peuvent être divisés d'une manière générale en deux groupes, sous le rapport de leur contenance en silice. Ils en renferment une quantité variable entre 0,75 et 0,62.

2° Les grès mats en contiennent généralement moins que les grès vernissés.

3° La glaçure par le sel marin paraît exiger un excès d'acide silicique ; les autres glaçures s'appliquent indistinctement sur toute pâte, quelle que soit sa richesse en silice.

4° La glaçure appliquée sur le grès augmente à peine la proportion d'alcali renfermée dans la pâte. Ces alcalis sont fournis aux grès mats par les argiles qui en renferment toutes des quantités variables.

7. *Analyse d'une* MÉDAILLE *péruvienne;* par M. How. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIII, p. 317.)

Cette médaille, trouvée dans la tombe d'un Inca, paraît avoir été faite avec un alliage naturel provenant de la fonte de certains minerais de l'Amérique du Sud. L'analyse a donné:

Or.	38,93
Argent. . .	54,82
Cuivre. . .	5,80
	99,55

8. *Analyse d'un* MÉTAL DE CLOCHE *nickélifère;* par M. Heyl. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLII, p. 85.)

Cet alliage provenait de deux cloches qui faisaient partie du carillon de Darmstadt. Elles ont été coulées en 1670 à Amsterdam. L'analyse a donné:

	I.	II.
Étain. . .	21,67	21,06
Plomb. . .	1,19	2,14
Cuivre. . .	73,94	72,52
Nickel. . .	2,11	2,66
Fer. . . .	0,17	0,15
Arsenic. .	traces.	traces.
	99,08	98,53

9. *Composition de quelques* MONNAIES DE BRONZE *antiques;* par M. Erdmann. (J. f. Prackt. Chem., t. XL, p. 371.)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Étain. . . .	10,04	7,05	10,85	11,44	3,28	10,242	11,58	9,61
Plomb. . .	1,50	16,54	5,53	»	0,75	2,311	»	»
Cuivre. . .	88,46	76,41	83,62	87,96	95,96	86,762	87,87	88,81
Fer. . . .	»	»	»	»	»	»	0,27	1,18
Or.	»	»	»	»	traces.	traces.	»	»
	100,00	100,00	100,00	99,40	99,99	99,315	99,72	99,60

I. Monnaie de l'Attique, analysée par M. A. Mitscherlich.

II. Monnaie de l'Attique, de la période romaine. (MM. A. Mitscherlich et E. Schmid.)

III. *Id.* (M. R. Wagner.)

IV. Monnaie d'un roi de Macédoine. (M. Monte.)

V. Monnaie d'Alexandre le Grand. (M. E. Schmid.)

VI. Monnaie grecque. (M. Wagner.)

VII. Monnaie attique. (M. Ulich.)

VIII. Monnaie grecque. (M. Held.)

---

10. *Analyse de quelques* PRODUITS NICKÉLIFÈRES; par M. Wille. (J. f. Prackt. Chem., t. XLII, p. 189.)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Soufre.	7,00	5,10	1,19	0,10	»	»
Cuivre.	71,00	76,80	83,25	96,98	83,00	87,75
Nickel	10,00	13,60	12,82	2,98	12,10	7,85
Fer.	11,00	4,00	3,40	0,20	0,60	0,30
Oxygène.	»	»	»	»	3,70	2,58
Cobalt et arsenic. .	»	»	»	»	traces.	traces.

I. Cuivre brut provenant de la fonte des crasses d'affinage de Riechelsdorf (Hesse-Électorale).

II. Cuivre précédent soumis à l'affinage.

III. *Id.*, rosette supérieure.

IV. *Id.*, gâteau inférieur.

V. Cuivre affiné retiré du cuivre noir de Friedrichshutte, près Riechelsdorf; première rosette.

VI. *Id.* deuxième rosette.

---

11. *Analyses de* MATIÈRES NICKÉLIFÈRES *et* COBALTIFÈRES; par M. Schnabel. (Ann. de Pogg., t. LXXI, p. 516.)

1) *Schlich de cobalt* de la mine Philipps Hoffnung, près Siegen.

Cobalt. . . .	24,70
Fer.	12,36
Arsenic. . .	37,13
Soufre. . . .	23,93
Gangue. . .	1,20
	99,32

C'est un mélange de sulfo-arséniure de cobalt et de pyrite de fer.

2) *Speiss de nickel* de l'usine de Wissenbach, près Dillenbourg.

Nickel.	55,575
Cuivre.	2,925
Fer.	0,600
Arsenic.	31,975
Soufre.	7,955
Résidu insoluble.	0,125
	99,155

3) *Cuivre rosette nickélifère* de l'usine Isabelle, près Dillenbourg.

Cuivre. . .	97,49
Nickel. . .	0,69
Fer.	0,31
Soufre. . . .	0,14
Silicium. . .	1,35
	99,98

4) *Nickel du commerce*, de la fabrique de Henkel, à Cassel.

Nickel. . .	89,35
Cuivre. . .	7,96
Fer. . . .	2,69
	100,00

12. *Analyse d'un* SPEISS DE NICKEL *de Saxe;* par M. Schneider. (J. f. Prackt. Chem., t. XLIII, p. 317.)

Ce speiss est remarquable par sa teneur en bismuth; l'analyse a donné:

Soufre...	2,1823
Bismuth..	13,1850
Arsenic. .	35,3190
Fer....	0,9730
Cobalt...	3,2620
Nickel...	43,2480
Cuivre...	1,5680
	99,7373

13. *Sur les* SCORIES *des hauts-fourneaux;* par MM. Rammelsberg et Forbes. (Ann. der Phys. und Chem., t. LXXIV, p. 95 et 112.)

A. *Scories de hauts-fourneaux alimentés avec du combustible végétal.*

L'analyse des scories cristallines et pierreuses du haut-fourneau de Magdesprung au Hartz, dans lequel on traite des minerais manganésifères, faite par M. Rammelsberg, a donné:

	I.	II.		III.		IV.	V.	VI.
		a.	b.	a.	b.			
Silice.........	39,99	41,08	41,41	39,19	39,03	41,49	42,64	38,58
Alumine.......	5,88	10,88	10,56	9,52	9,75	4,96	6,58	11,27
Oxyde manganeux.	25,04	20,57	20,66	23,88	21,97	24,85	21,65	24,53
Oxyde ferreux...	4,03	1,69	1,42	3,20	4,35	0,44	1,02	3,25
Chaux........	20,56	23,76	25,31	24,19	24,39	26,66	25,35	21,55
Magnésie.......	2,41	0,58	0,42	0,62	0,64	1,10	0 34	0,82
	97,91	98,56	99,78	100,60	100,13	99,50	97,58	100,00

I. Matière vitreuse prédominant dans la scorie.

II. *a*, partie vitreuse; *b*, partie cristalline d'une même scorie.

III. *a*, id., *b*, id.

IV. Scorie pierreuse et cristalline.

V. Scorie pierreuse avec quelques cristaux.

VI. Scorie brune, pierreuse, avec quelques cristaux.

Ces diverses scories manganésifères peuvent être représentées par la formule rSi^2, en regardant la silice et l'alumine comme isomorphes.

Certaines scories de hauts-fourneaux traitant des minerais manganésifères, éprouvent par le refroidissement un mouvement moléculaire particulier, en vertu duquel elles cristallisent ou tombent en poussière. Voici quelques analyses de cette espèce de scorie faites par M. Rammelsberg :

	I.	II.	III.	IV.
Silice.	36,22	36,17	36,12	35,27
Alumine.	8,14	8,17	6,15	6,02
Oxyde manganeux.	23,52	20,74	26,94	20,52
Oxyde ferreux. . .	2,14	2,33	1,60	1,26
Chaux.	28,01	31,73	28,22	35.90
Magnésie.	1,92	0,53	0,92	0,83
Baryte.	»	»	»	0,06
Potasse.	»	»	»	0,58
Soufre.	»	0,65	»	»
Sulfure de calcium. .	»	»	»	0,70
	99,95	100,32	99,95	101,14

I. Scorie pierreuse, vert clair.

II, III et IV. Même scorie tombée en poudre grossière.

Ces scories peuvent être représentées par les formules r^2Si^3 pour I, II et III, et r^3Si^4 pour IV.

Les analyses des scories de Bigge en Westphalie et d'Obervillers, dans le grand-duché de Bade, faites par MM. Rammelsberg, Walchner, Forbes et Percy, ont donné :

	Biggo. I.	II.	III.	Obervillers. IV.
Silice	55,25	53,37	53,76	49,72
Alumine	5,71	5,12	4,76	7,82
Chaux	27,60	30,71	29,48	40,78
Magnésie	7,01	9,50	9,82	»
Oxyde manganeux	3,16	1,41	1,30	»
Oxyde ferreux	1,27	0,95	1,48	0,31
	100,00	101,06	100,60	98,64

I. Moyenne de plusieurs analyses sur la masse de la scorie. (Rammelsberg.)
II. Cristaux. (Percy.)
III. Scorie cristalline. (Forbes.)
IV. Masse de la scorie. (Walchner.)

Ces diverses analyses conduisent à la formule r^3Si^3.

Enfin, les scories d'Ilsenbourg, près du Hartz, vitreuses, gris mêlé de bleu, analysées par M. Gibbs, ont donné :

Silice	59,65
Alumine	5,54
Oxyde ferreux	2,64
Oxyde manganeux	0,99
Chaux	27,79
Magnésie	1,09
	97,70

qui conduit à la formule rSi^3.

B. *Scories de hauts-fourneaux alimentés au combustible minéral.*

1° Scories diverses analysées par MM. Percy et Forbes, et décomposables par l'acide hydrochlorique.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Silice.	38,05	38,76	37,63	37,91	39,52	42,06
Alumine.	14,11	14,48	12,78	13,01	15,11	12,93
Chaux.	35,70	35,68	33,46	31,43	32,52	32,53
Magnésie.	7,61	6,84	6,64	7,24	3,49	1,06
Oxyde manganeux. . .	0,40	0,23	2,64	2,79	2,89	2,26
Oxyde ferreux.	1,27	1,18	3,91	0,93	2,02	4,94
Potasse.	1,85	1,11	1,92	2,60	1,06	2,69
Sulfure de calcium. .	0,82	0,98	0.68	3,65	2,15	1,03
Phosphate d'alumine.	»	»	»	»	»	0,31
	99,81	99,26	99,66	99,56	98,76	99,91

I et II. Scories de Dudley, Angleterre. (Percy.)
III. Scories de Blackwell, près Dudley. (Percy.)
IV. *Id.* *Id.* (Forbes.)
V. Scories de Tipton, Angleterre. (Forbes.)
VI. Scories de Marchiennes, Belgique. (Percy.)

Ces analyses conduisent à la formule $2rSi + RSi$.

2° Scorie d'Oldbury (Angleterre) cristallisée en tables rectangulaires transparentes. L'analyse faite par M. Percy, a donné:

Silice.	28,32
Alumine.	24,24
Chaux.	40,12
Magnésie.	2,79
Oxyde manganeux.	0,07
Oxyde ferreux. . .	0,27
Potasse.	0,64
Sulfate de chaux. .	0,26
Sulfure de calcium.	3,38
	100,09

qui conduit à la formule $3rSi + R^3Si$.

3° Scories de l'Espérance, près Seraing (Belgique). L'analyse faite par M. Forbes a donné:

Silice.	55,77
Alumine.	13,90
Chaux.	22,22
Magnésie.	2,10
Oxyde manganeux.	2,52
Oxyde ferreux. . .	2,12
Potasse.	1,78
	100,41

qui conduit à la formule $2r^4Si^3 + 7RSi^3$ ou plus probablement $rSi^2 + RSi^2$.

---

14. *Analyse du* VERRE DE BOHÊME *qui sert à faire les tubes à combustion;* par MM. Th. Rowney et Otto. (Ann. der Chem. und Pharm., t. XLII, p. 83.)

L'analyse de deux échantillons différents a donné :

	M. Rowney.	M. Otto.
Silice.	73,13	74,0
Chaux.	10,43	7,2
Alumine.	0,30	0,1
Oxyde ferrique. . . .	0,13	
Oxyde manganeux. .	0,26	»
Magnésie.	0,46	»
Potasse.	11,49	18,5
Soude.	3,07	»
	99,27	99,8

qui conduit à la formule rSi^6.

---

15. *Composition du* RUBIN GLAS; par M. H. Rose. (Ann. de Pogg., t. LXXII, p. 856.)

Le rubin glas ou verre rubis se fait chez le

comte Schaffgotsch, à la verrerie de Joséphine, près Warmbrunn, dans le Riesengebirge, en fondant ensemble un mélange de

Quartz.	46 livres.
Borax.	12
Nitre.	12
Minium. . . .	1
Arsenic blanc. .	1

bien pulvérisé et arrosé avec la dissolution de 8 ducats de Hollande dans l'eau régale.

OBSERVATIONS

sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norwège et de la Finlande.

Par M. J. DUROCHER, ingénieur des mines.

PREMIÈRE PARTIE.

Les gîtes métallifères du Nord de l'Europe sont dignes des recherches du géologue et du minéralogiste par leur multiplicité et leur richesse, par le grand nombre de substances minérales qui s'y trouvent réunies et par les caractères de leur association. Il y a déjà longtemps que des savants célèbres, MM. de Buch, Al. Brongniart, V. Bedemar, Hermelin les ont visités et en ont fait mention dans leurs ouvrages : MM. Hausman et Hisinger ont décrit les mines principales (1), et plus récemment M. Daubrée a publié un mémoire intéressant sur le même sujet (2). Je dois encore citer parmi les auteurs qui ont traité de ces gîtes dans leurs écrits MM. Esmarck, Keilhau, Suckow, Böbert, Russegger et Scheerer : malgré ces nombreuses publications, les mines de la Scandinavie offrent encore à l'étranger des faits nouveaux et les mystères de leur origine sont loin d'être entièrement éclaircis. Introduction.

(1) Reise durch Scandinavien, von Hausman, in 1806 et 1807.

Hisinger's Versuch einer Mineralogischen Geographie, von Schweden (1826).

(2) Annales des mines, 4e série, tome IV (1843).

Pendant le cours des deux voyages que j'ai faits dans le Nord de l'Europe, le premier en 1839 et 1840, le second en 1845, j'ai parcouru la Norwège, la Suède et la Finlande en divers sens et j'ai traversé les principaux districts de mines; non-seulement j'ai visité les gîtes classiques du Midi de la Suède et de la Norwège, mais encore plusieurs centres de mines qui n'avaient point été l'objet de descriptions spéciales, par exemple les mines de la Finlande méridionale, du Jemtland et du Finmarck. J'ai pu ajouter de nouvelles observations à celles de mes illustres devanciers, et j'ai été à même d'établir un parallèle entre les gîtes des diverses régions du Nord de l'Europe, de saisir leurs rapports généraux et l'ensemble de leurs propriétés. J'ai tâché d'apprécier les caractères qui leur sont essentiels et qui les distinguent des dépôts métallifères des autres contrées, surtout des gîtes de France et d'Allemagne, dont j'ai aussi visité une grande partie.

Les observations réunies dans ce mémoire ont pour objet principal la disposition des masses métallifères, leurs relations avec les roches encaissantes, les caractères d'association des minerais et des gangues. La plupart des savants qui m'ont précédé se sont bornés à faire connaître les divers minéraux que l'on trouve dans chaque localité, sans décrire d'une manière détaillée les conditions de leur gisement; or, beaucoup de ces minéraux affectent une manière d'être spéciale, qui est évidemment en rapport avec leur origine. L'étude anatomique des gîtes les plus importants démontre que les substances minérales qui en font partie n'ont pas été formées en masse et qu'elles ne peuvent être envisagées comme le résultat d'un phé-

nomène unique, mais comme le produit d'actions complexes dont la succession est quelquefois très-bien marquée.

A cause de leur complication et de la singularité de leurs caractères, les gîtes scandinaves se prêtent plus difficilement que ceux des autres pays aux spéculations géologiques, et ils semblent mettre en défaut les théories généralement admises. En effet ils offrent souvent des formes anomales qui ne se rapportent ni aux filons, ni aux gîtes de contact, et les minéraux les plus divers se trouvent réunis sur les mêmes points : les silicates des roches pyrogènes et métamorphiques, l'amphibole, le pyroxène, l'épidote, etc., se montrent juxtaposés aux sulfures métalliques et à leurs gangues les plus habituelles, le quarz, la chaux carbonatée, etc. En résumant l'ensemble des faits que nous aurons exposés, nous en ferons ressortir les inductions les plus probables concernant l'origine des dépôts métallifères et les associations bizarres qu'ils présentent.

Plan du mémoire.

Je vais d'abord esquisser rapidement la constitution géologique du Nord de l'Europe, ensuite je ferai connaître la distribution géographique des gîtes métallifères et je les décrirai dans un ordre méthodique : je terminerai par une statistique de la production des métaux en Suède, Norwège et Finlande.

Dans ce mémoire j'ai dû, en exposant mes propres observations, les coordonner avec celles qu'ont déjà faites divers auteurs et avec les renseignements que je dois à la bienveillance des savants et des ingénieurs que j'ai eu le bonheur de rencontrer, et parmi lesquels je dois remercier principalement MM. Berzélius, Mosander, Sef-

ström, Erdman à Stockholm; Ackerman, Bagge, Walman et Bergsten à Falun; Sewen et Oengrenn à Sala; Keilhau, Scheerer et Langberg à Christiania; Böbert à Kongsberg; Lammers à Skutterud; Thomas à Kaafiord, Nordenskiöld et Albrecht à Helsingfors en Finlande.

Coup d'œil sur la constitution géologique du Nord de l'Europe.

Caractères de structure orographique et de composition géologique communs à la Norwège, à la Suède, à la Laponie et à la Finlande.

La Norwège, la Suède, la Finlande et la Laponie présentent beaucoup de caractères communs, sous le rapport de la structure orographique, de la composition géologique et des productions végétales : ces contrées ne peuvent être séparées par des limites précises; considérées sous le point de vue physique, elles appartiennent à une même région naturelle. Cependant la Norwège se distingue par l'élévation beaucoup plus grande et la forme plus abrupte des accidents de sa surface : abstraction faite de cette circonstance, il y a similitude de configuration; on n'observe point dans ces contrées de véritable chaîne de montagnes, mais des groupes de plates-formes mamelonnées.

Dans la partie orientale de la Suède, celle qui borde le golfe de Botnie, et en Finlande, la plupart des exhaussements de terrain ne s'élèvent pas à plus de 100 mètres au-dessus des plaines de sable et de graviers qui les environnent : quoique la Finlande soit un pays montagneux, son niveau moyen est bas, et dans les parties les plus accidentées, les collines les plus hautes atteignent seulement 4 à 500 mètres au-dessus de la mer. Mais si l'on parcourt la partie occidentale de la Suède, en s'avançant du golfe de Botnie vers la côte de

Drontheim, on voit le sol s'élever graduellement, et les montagnes offrent en général une hauteur d'autant plus grande qu'elles sont plus rapprochées de la frontière de Norwège. L'altitude des sommités culminantes surpasse le niveau de la mer de 1.000 à 1.600 mètres en Suède, et elle atteint parfois 2.200 à 2.500 mètres en Norwège : les plus élevées se trouvent à peu de distance de la côte de Bergen.

Division des terrains anciens, non fossilifères, en deux formations.

Ces pays sont formés presque entièrement de roches massives granitiques et amphiboliques, accompagnées de schistes cristallins azoïques, c'est-à-dire ne renfermant pas de débris d'animaux, mais on trouve, même dans le micaschiste et le gneiss, de l'anthracite et du graphite, qui résultent probablement de la transformation de débris végétaux. Les roches stratifiées non fossilifères du Nord de l'Europe se divisent en deux formations; la plus ancienne est composée principalement de gneiss et renferme des couches subordonnées de micaschiste, de quarz micacé et de calcaire. L'autre formation contient des roches analogues, mais moins cristallines; le granite et le gneiss y sont plus rares; on y trouve en outre des bancs de poudingue et de grandes masses d'*Urthonschiefer*, c'est-à-dire de schiste argileux censé primitif, dépourvu de fossiles et plus ou moins modifié : ce terrain est surtout développé en Norwège et dans la partie occidentale de la Laponie.

Formation gneissique.

La formation granito-gneissique constitue la presque totalité de la Finlande, une grande partie de la Suède et de la Laponie méridionale, et une portion de la Norwège. Elle est recouverte dans le Midi de cette contrée et en plusieurs endroits de la Suède par de vastes lambeaux de terrain silurien dont la situation géographique est remar-

quable, car ils se trouvent principalement autour des grands lacs de la Scandinavie, du Miösen, du Wenern, du Wettern, du Siljan et du Storsjön ou lac d'Östersund.

Antiquité du gneiss de la Scandinavie.

Le gneisss de la Suède et de la Finlande est vraiment digne du titre de gneiss primitif (*Urgneiss*), car il représente très-probablement la formation schisteuse la plus ancienne du globe; il a été déposé et a revêtu son aspect cristallin avant le commencement de la période paléozoïque ou silurienne, et les granites associés à ce gneiss sont antérieurs aux terrains stratifiés dans lesquels on trouve les débris des êtres organisés les plus anciens que nous connaissions. Parmi ces granites, j'en ai reconnu deux espèces différentes par leurs caractères et par leur âge, appartenant à deux époques séparées par la première apparition des diorites. Il est vraisemblable qu'il y a eu plus de deux époques d'éruptions granitiques avant la période silurienne, mais les granites de divers âges ne présentent pas toujours des caractères minéralogiques assez positifs pour qu'il soit facile d'en faire la distinction.

Deux espèces de granites antésiluriens.

Caractères distinctifs des deux espèces de granites.

Les deux espèces que je viens de signaler se manifestent d'abord par leurs relations géologiques, par la pénétration de l'une dans l'autre sous forme de filons; leurs époques d'éruption ont été séparées par un laps de temps pendant lequel ont surgi les diorites, qui coupent la roche feldspathique la plus ancienne et sont traversés par la plus moderne. Le granite ancien est à grains moyens ou à petits grains, assez homogène, renfermant les proportions ordinaires de feldspath, quartz et mica; sa structure est fréquemment schistoïde ou veinée par suite de la disposition des

feuillets de mica, qui sont couchés dans le même sens ou alignés suivant la même direction. Le granite le plus récent, que j'appellerai *granite moderne* par opposition au plus ancien, est presque toujours à gros grains et habituellement porphyroïde ou se rapprochant de la pegmatite; le mica y est peu abondant, et en général sous forme de larges feuillets. Le quarz est en proportion moyenne et le feldspath prédomine; il y en a de deux espèces (1), de l'orthose et de l'oligoclase blancs et d'un rouge clair. Tous deux sont en larges lames, mais l'oligoclase se reconnaît par ses stries hémitropiques, par son éclat particulier et par l'absence ou l'extrême difficulté du troisième clivage qui existe dans l'orthose parallèlement à l'un des pans du prisme rhomboïdal. Dans le granite ancien, dont nous parlions tout à l'heure, il y a aussi une espèce feldspathique à hémitropie concave, qui doit être de l'albite ou de l'oligoclase; il est difficile d'en déterminer positivement la nature, car elle est à très-petites lames, et dans ce cas les différences entre l'albite et l'oligoclase sont peu tranchées. Les deux sortes de granites renferment assez fréquemment des lames d'amphibole, surtout en Finlande, et alors elles tendent à passer à la syénite.

C'est à une variété du granite moderne, à gros grains, que l'on donne en Finlande le nom de

Variété de granite nommée *rapakivi*.

(1) Il y a même un plus grand nombre d'espèces feldspathiques dans ce granite à grands éléments, mais il n'est guère possible de les distinguer sûrement qu'à l'aide d'essais chimiques; ce sont des masses lamelleuses, dépourvues de caractères distinctifs; cependant on y reconnaît en certains points de l'albite, et le labrador de la Finlande se trouve dans des blocs erratiques, qui probablement ont été détachés de ce granite.

Rapakivi, *granite pourri*; elle se distingue par la présence de noyaux feldspathiques sphéroïdaux de 3 à 4 centimètres de diamètre, se rapportant au feldspath orthose de forme glanduleuse; tantôt ces noyaux sont formés d'un cristal unique de feldspath, à contour arrondi, présentant dans toute sa masse des plans de clivage dirigés de la même manière; tantôt ce sont des nœuds cristallins, à l'intérieur desquels il y a avec le feldspath des grains quartzeux et des feuillets micacés, affectant quelquefois une disposition concentrique à la surface extérieure des noyaux. Ce granite s'altère facilement, et tombe en sable; cependant sa désagrégation me paraît ne pas résulter uniquement d'une décomposition chimique, mais provenir en partie d'un effet de contraction qui s'est produit au moment de la solidification de la masse, et qui est en rapport avec sa structure glanduleuse. Malgré sa tendance à la désagrégation, le Rapakivi est une fort belle pierre de taille et fournit les superbes monolithes qui figurent dans les monuments de Saint-Pétersbourg (1).

Granite divisé en assises horizontales.

Quelquefois le granite à gros grains se présente en assises puissantes et à peu près horizontales, comme des assises basaltiques; ainsi, à la montagne de Luppiovara, en Laponie, on ne peut voir sans quelque étonnement la disposition régulière des lits de granite qui forment une puissante série de bancs horizontaux.

(1) La structure particulière du Rapakivi et le climat rigoureux de la Russie me portent à croire que les magnifiques monolithes qui font l'admiration des étrangers à Saint-Pétersbourg n'auront pas une bien longue durée, du moins ceux placés au dehors : on voit même déjà des fissures se manifester dans la colonne Alexandrine.

J'ai observé les deux espèces de granites que je viens de décrire dans toute l'étendue de la Suède et de la Finlande, en Laponie et en Norwège; partout elles offrent les mêmes caractères pétrographiques et les mêmes rapports de position; j'ai dessiné une foule d'exemples de filons de granite-pegmatite (le plus moderne) traversant le granite ancien, à petits grains, mais dans ce mémoire, qui est consacré spécialement à l'étude des dépôts métallifères, j'ai seulement représenté quelques-uns des exemples les plus importants (*Pl. III, fig.* 16, 17, 18 et 19), ceux où l'on voit le granite moderne lancer des veines branchues au milieu des diorites ferrifères qui sont interposés dans le gneiss accompagné de granite ancien.

Minéraux contenus dans le granite moderne à grandes parties.

Nous aurons fréquemment à mentionner le granite moderne comme s'étant injecté à travers les gîtes de fer oxydulé qui lui sont antérieurs; il forme aussi au milieu du gneiss une multitude de veines dans lesquelles se trouvent, ainsi que l'a remarqué M. Daubrée, la plupart des minéraux rares que l'on a souvent signalés comme étant contenus dans le gneiss : ce sont la gadolinite, l'orthite, la pyrorthite, la tantalite, l'yttrotantale (1),

(1) L'yttrotantale ou yttrotantalite, que l'on trouve principalement à Ytterby, s'y présente sous trois couleurs différentes, noire, jaune et brune : le tantalate d'yttria en est toujours l'élément essentiel, mais, d'après les recherches de Berzélius, il est associé dans la variété noire à du tungstate et tantalate de chaux et peroxyde de fer, dans la variété jaune à du tantalate d'oxyde d'urane, et dans la variété brune à du tantalate de chaux. Ces deux dernières variétés renferment aussi un peu d'oxyde d'étain, et dans toutes on trouve de l'acide tungstique, des oxydes de calcium, uranium et fer.

l'allanite, l'yttrocérite, l'yttria phosphatée, le fluorure double d'yttrium et de cérium, le fluorure de cérium hydraté, le fer titané, l'étain oxydé, l'albite, l'émeraude, la topaze, le zircon, le malaçon et le polycrase (deux nouveaux minéraux découverts par M. Scheerer, le premier presque identique au zircon, le deuxième voisin de la polymignite), l'esmarckite, la praséolite (très-voisine de l'esmarckite), les grenats, la tourmaline, la chaux fluatée, la gahnite, le pétalite, le triphane et le lépidolite; ces trois dernières substances n'ont pas encore été trouvées en Suède ailleurs qu'à l'île d'Utö. Toutefois c'est à Ytterby, près de Stockholm, et à Finbo, près de Falun, que l'on a trouvé réunis la plupart de ces minéraux; dans le bloc erratique de Brodbo, qui gisait à peu de distance de Falun, on a aussi recueilli une grande partie des minéraux observés à Finbo, tels que la topaze, l'émeraude, la gadolinite, la tantalite, l'yttrotantale, l'yttrocérite, etc., et en outre du bismuth natif et du bitume (1). On pourrait encore joindre aux minéraux ci-dessus la pyrargillite qui forme auprès d'Helsingfors des veines ramifiées et des nodules au milieu du même granite.

Minéraux contenus dans le gneiss et le micaschiste.

On ne rencontre point de ces substances rares dans le granite ancien à petits grains, ni dans le gneiss lorsqu'il est seul; mais il y a plusieurs espèces minérales, et principalement des silicates, qui se rencontrent au milieu même du gneiss ou du schiste micacé, et qui paraissent être en relation avec les phénomènes de métamorphisme auxquels ces roches doivent leur structure cristal-

(1) L'île d'Hitteröe, en Norwège, doit aussi être citée comme un des principaux gîtes de ces minéraux qui caractérisent les formations anciennes de la Scandinavie.

line. Ce sont, indépendamment des éléments essentiels du gneiss, l'amphibole, le pyroxène, les grenats, l'épidote, le disthène, l'antophyllite, la falunite, la dichroïte, l'aspasiolite ou dichroïte hydratée, la tourmaline, l'émeraude, la topaze, la staurotide, l'apatite, le sphène, le titane rutile, et le graphite; on trouve encore dans des nids du gneiss, de l'achmite et de l'idocrase.

Minéraux contenus dans les calcaires cristallins de la Scandinavie.

Les calcaires associés aux schistes cristallins de la Suède, Norwège et Finlande, contiennent presque tous, comme je l'ai reconnu par des essais chimiques, une quantité notable de magnésie; la plupart sont dolomitiques, et il en est qui consistent en véritable dolomie. Ces calcaires renferment aussi beaucoup de minéraux, savoir : le mica, le talc, l'amphibole (trémolite, actinote et hornblende), le pyroxène, l'orthose et l'oligoclase, les grenats (surtout ceux à base calcaire), l'idocrase, la wollastonite, la chaux trisilicatée ou edelforsite, la pyrallolite, la paranthine, la koloxérose ou wernérite blanche, la rosite, la condrodite, la serpentine, le sphène, le spinelle, la chaux fluatée et phosphatée, la tourmaline, le corindon et le disthène. La présence de ces minéraux dans les masses calcaires paraît due au développement d'actions métamorphiques; j'ai observé qu'il y a presque toujours des roches granitiques au voisinage ou au contact même de ces masses calcaires.

Séparation tranchée entre la formation gneissique et la formation silurienne.

En Scandinavie, il y a une séparation bien tranchée entre la formation primitive et la formation silurienne située au-dessus; elles se distinguent l'une de l'autre de la manière la plus évidente, tant par les caractères pétrographiques que par une incontestable discordance de stratification; en une foule d'endroits on voit les couches siluriennes horizontales, ou faiblement inclinées,

reposer sur les feuillets verticaux du gneiss. Le terrain silurien a été aussi modifié par des granites, mais ce métamorphisme a consisté en un effet d'endurcissement et de silicification, les schistes n'ont point acquis une structure cristalline qui les rapprochât du gneiss, ils n'en renferment point les éléments.

Formation d'urthonschiefer de la Norwège et de la Laponie.

Dans le midi de la Suède et aux environs de Christiania en Norwège, le gneiss est immédiatement recouvert par les roches de la formation palæozoïque; mais au nord du lac Miösen et dans une grande partie de la Norwège, on voit succéder au gneiss la formation d'Urthonschiefer (schiste argileux primitif ou sans fossiles), qui est antérieure aux terrains siluriens; elle offre des caractères d'analogie, d'une part avec ces terrains, de l'autre avec la formation gneissique. Elle me paraît correspondre à cet ensemble de couches inférieures au système silurien, que l'on avait désigné en Angleterre sous le nom de terrain cambrien, que M. Dufrénoy a reconnu dans l'ouest de la France et dont j'ai signalé l'existence dans les Pyrénées. Cette formation, qui est très-développée en Norwège, renferme des assises de schistes argileux et de schistes cristallins, de grauwacke et de poudingue, de quarzite et de calcaire, qui est tantôt cristallin, tantôt à grains fins et presque compacte, ressemblant alors aux calcaires siluriens.

Relations qui existent entre les formations de gneiss et d'Urthonschiefer.

En divers points on voit les couches de ce terrain reposer à stratification transgressive sur le gneiss primitif, mais quelquefois cette discordance n'est pas visible, et en outre on peut observer une certaine analogie entre les deux terrains sous le rapport de la composition. Le premier renferme souvent des couches de micaschiste, de schiste amphibolique et même de gneiss : d'un autre côté,

la formation gneissique présente quelquefois des couches de schiste argileux, mais en masses peu étendues, devenant graduellement feuilletées et passant au micaschiste ; on y voit encore des couches de quarzite, et souvent j'ai eu l'occasion de remarquer que le gneiss offre l'aspect d'un grès micacé nettement stratifié. Il n'y a donc pas, sous le point de vue pétrographique, de différence absolue entre la formation de gneiss, même la plus ancienne de l'Europe, et le dépôt sédimentaire qui lui succède immédiatement, et sur l'origine duquel il ne peut y avoir de contestation ; c'est un nouvel argument en faveur de l'origine sédimentaire et métamorphique des gneiss de la Scandinavie.

La probabilité de cette origine est démontrée par la disposition du gneiss sous forme de lits alternativement micacés, quarzeux et feldspathiques, par sa structure qui ressemble parfois à celle d'un grès, par son association avec des roches stratifiées, quarzeuses et calcaires, et enfin par la présence du graphite et de l'anthracite, présence qui porte à croire que déjà les végétaux commençaient à croître à la surface du globe. Il est même présumable qu'il existait aussi à cette époque des animaux marins, à en juger par les masses calcaires qui se rencontrent fréquemment dans le gneiss, et il est possible que par la suite on rencontre des fossiles en Scandinavie, dans les terrains schisteux et cristallins qui sont inférieurs au système silurien.

Roches plutoniques associées à la formation d'Urthonschiefer.

Les couches de la formation d'Urthonschiefer ne sont pas en général mélangées de granite comme celles de gneiss, et peut-être est-ce en partie à cause de cela qu'elles ont une structure moins cristalline. Cependant on y voit en beaucoup d'endroits des masses et filons d'un granite à gros grains qui offre de l'analogie avec l'espèce de granite que

nous avons signalée comme étant la plus moderne en décrivant la formation primitive. Dans ce terrain, de même que dans le gneiss, on voit en Norwège de la syénite, des diorites, et des roches massives désignées sous le nom de *norite* par Esmarck : elles se rapprochent à la fois de l'euphotide et de la syénite hypersthénique, car elles renferment du labrador, du diallage et de l'hypersthène.

Terrains palæozoïques de la Scandinavie.

Les terrains siluriens de la Scandinavie sont caractérisés par la présence de fossiles animaux analogues à ceux que l'on trouve en Russie, en Allemagne, en France et en Angleterre : ils présentent un ensemble de couches de schistes argileux, ampéliteux et alunifères, de schistes argilo-calcaires, de pierres calcaires, de grauwackes et de grès. A la partie supérieure se trouvent des bancs épais de grès et de poudingue qui paraissent correspondre au vieux grès rouge des Anglais, comme l'ont montré MM. de Verneuil et Murchison.

Roches granitiques associées aux terrains palæozoïques.

La période palæzoïque à laquelle se rapportent ces terrains, a été signalée par des phénomènes plutoniques analogues à ceux qui se sont produits pendant les périodes précédentes. En effet, aux terrains palæozoïques de la Suède et de la Norwège, sont associées des roches granitiques notablement différentes par leurs caractères pétrographiques de celles qui accompagnent les formations de gneiss et d'Urthonschiefer. Ces granites que j'appellerai *postsiluriens*, en raison de leur âge, sont caractérisés par la prédominance de l'élément feldspathique, qui est généralement de l'orthose en très-grands cristaux ; le quartz et le mica sont en très-faible proportion, relativement au feldspath. Très-souvent une partie ou la totalité du mica est remplacée par de l'amphibole, et alors la granite passe à la syénite. Ces roches renferment

fréquemment des zircons dans le midi de la Norwège, et de là vient le nom de syénite zirconienne.

On y trouve beaucoup d'autres minéraux, surtout lorsque la roche est à grands éléments; ce sont les suivants : pyroxène, péridot, fer titané, sphène, zircon, thorite, cancrinite, éléolite, sodalite, glaucolite, leucophane, mosandrite, egyrine, wöhlérite, pyrochlore, polymignite, analcime, néphéline et mésotype : ainsi ces minéraux diffèrent de ceux que nous avons cités dans le granite à gros grains faisant partie de la formation gneissique. Minéraux contenus dans les granites et syénites de la période palæozoïque.

Lorsque les caractères de la cristallisation deviennent moins marqués dans le granite ou la syénite zirconifère, ces roches tendent à prendre l'état compacte, et passent alors à un porphyre feldspathique dans lequel on voit beaucoup de cristaux rhombiques de feldspath, ce qui l'a fait nommer, par M. de Buch, *porphyre rhombique* (*rhomben porphyr*). On y voit souvent aussi des cristaux à hémitropie concave, de labrador ou d'albite qui sont très-minces et allongés en forme d'aiguilles, ce qui a fait donner à cette variété le nom de porphyre aciculaire (*nadel porphyr*). Porphyres dérivant de ces roches granitiques.

En certains endroits, aux environs d'Holmestrand et de Skien, ces porphyres prennent une teinte foncée, noirâtre; on voit s'y développer des cristaux très-nets de pyroxène noir, qui sont parfois très-gros et fort nombreux : on a alors des porphyres pyroxéniques ou mélaphyres qui offrent même quelque ressemblance avec le basalte. Il est fort remarquable de voir ici une même roche présenter tantôt les caractères du granite et de la syénite, tantôt ceux d'une roche volcanique. D'ailleurs, parmi les minéraux contenus dans la syénite zirconienne et ses annexes, il en est plusieurs qui Porphyres pyroxéniques ou mélaphyres.

se trouvent habituellement dans les roches volcaniques, telles que le péridot, l'analcime, la néphéline et la mésotype.

Diorites et roches de Trapp.

En contact avec les terrains palæozoïques de la Scandinavie, on observe aussi des masses dioritiques qui s'y sont injectées, et au-dessus des couches siluriennes du Midi de la Suède, entre les lacs Wenern et Wettern, au Kinnekulle, Billingen, Hunneberg, etc., se sont épanchées des roches de trapp.

Terrains secondaires du midi de la Suède.

Les terrains palæozoïques ne se montrent que dans le Midi de la Norwège et de la Suède. En Finlande et en Laponie, je n'ai vu que des schistes cristallins non fossilifères. Vers l'extrémité méridionale de la Suède, il y a, outre les roches de transition, quelques lambeaux de terrains secondaires qui se rattachent aux formations triassique, jurassique et crétacée. Dans les grès jurassiques des environs d'Helsingborg, en Scanie, il y a des couches de houille maigre que l'on exploite à Höganäs.

Phénomènes d'érosion et dépôts de transport de la Scandinavie.

En Suède et en Finlande, la surface des collines a été usée, polie et burinée par des agents érosifs très-puissants pendant la période géologique qui a précédé la nôtre. Des traces d'usure et des sulcatures analogues se voient sur le flanc des montagnes élevées de la Norwège jusqu'auprès de la zone des neiges permanentes; cependant elles sont moins bien marquées dans les hautes régions que sur les plateaux bas et mamelonnés, sur les milliers de petites îles qui se trouvent à l'intérieur des golfes et le long des côtes de la Scandinavie.

D'ailleurs le roc solide est en partie couvert par un dépôt de transport formé de détritus de diverses grosseurs, de sables, graviers, cailloux et blocs qui proviennent de la dénudation des roches massives et schisteuses. Le transport et l'accumulation de ces énormes masses de débris sont en rapport

avec les causes qui ont usé et buriné la surface des rochers, et j'ai fait connaître dans plusieurs mémoires les caractères de cet imposant phénomène. Le relief du terrain a subi à cette époque de notables modifications; la surface des inégalités a été usée et a pris une forme arrondie : une partie des creux a été comblée, et les matériaux de transport ayant été étendus uniformément par les eaux, ont déterminé un nivellement grossier, et ont produit, même au milieu des régions montagneuses, des plaines unies à la surface desquelles on voit saillir quelques monticules couverts de blocs erratiques. Ces causes ont aussi contribué à la configuration de plusieurs lacs de la Suède, et surtout de ceux de la Finlande; ces derniers sont généralement allongés du N.N.O. au S.S.E., c'est-à-dire suivant la direction des traînées de débris et des sulcatures qui ont été burinées sur les rochers.

Dans les dépôts diluviens de la Scandinavie, on trouve en divers endroits des coquilles semblables à celles de la Baltique, ce qui prouve que ces points étaient plongés sous les eaux de la mer à l'époque où les détritus ont été charriés; mais les dépôts les plus riches en coquilles consistent dans des couches argileuses situées au-dessus ou à la partie supérieure des terrains diluviens. On trouve aussi des restes d'animaux marins, tels que des serpules, encore adhérents à des roches polies et striées situées près de Christiania, à 54 mètres au-dessus du niveau actuel de la mer. Ainsi, depuis l'époque diluvienne, une portion du sol scandinave s'est émergée, et cet exhaussement continue encore aujourd'hui, du moins pour la côte orientale de la Suède et une portion du littoral de la Finlande.

Distribution géographique des gîtes métallifères.

La formation gneissique est la plus riche en minerais métalliques.

La plus grande partie des minerais de fer, de cuivre, de cobalt, de plomb, d'argent et d'or de la Scandinavie se trouve dans le terrain gneissique; il y a quelques gîtes de fer oxydulé et des dépôts cuprifères importants dans la formation d'urthonschiefer de la province de Drontheim et du Finmarck. On trouve dans la Norwège méridionale quelques amas de fer oxydulé, de cuivre pyriteux et de galène argentifère situés à la séparation des terrains siluriens et des roches granitiques appartenant à la même époque; mais ces gîtes sont beaucoup moins importants que ceux enclavés dans les schistes cristallins. Les terrains siluriens du midi de la Suède renferment aussi quelques dépôts de galène argentifère, mais peu nombreux : il n'y a pas de mine métallique dans les lambeaux de terrains secondaires qui existent dans cette contrée.

Les gîtes métallifères de la Scandinavie sont excessivement nombreux et concentrés dans certaines régions.

On pourrait compter en Scandinavie quelques milliers de gîtes métallifères; il y a des paroisses de la Suède, telles que *Grangjärde*, qui en renferment plus d'une centaine : si l'on examine la distribution géographique de ces gîtes, on reconnaît qu'au lieu d'être disséminés uniformément sur toute la surface du pays, ils sont réunis par groupes et concentrés dans certaines régions, en dehors desquelles le sol n'est pas plus riche en mines que celui du reste de l'Europe.

Zone métallifère de la Scandinavie méridionale, allongée de l'Est à l'Ouest.

La partie la plus favorisée est incontestablement la région méridionale; il y a une vaste zone métallifère allongée de l'Est à l'Ouest, et comprise entre le 58° et le 61° 1/2 degré de latitude; elle s'étend depuis la grande vallée du Säterdal, qui débouche dans la Mer du Nord à Christiansand.

sous le 4e degré de longitude à l'Est du méridien de Paris, jusqu'à la rive orientale du lac Ladoga, sous le 30e degré de longitude; et même, comme il y a plusieurs mines sur les bords du lac Onéga, on pourrait prolonger jusqu'au 33e degré de longitude cette zone immense que M. Élie de Beaumont a déjà signalée comme renfermant les principales mines du nord de l'Europe.

Bande cuprifère du Säterdal et du Haut-Tellemarken.

Mais cet espace n'est pas métallifère dans toute son étendue, il se compose de plusieurs portions très-productives, séparées les unes des autres par des intervalles stériles; nous allons les passer rapidement en revue. Au centre des montagnes, d'où sortent en divergeant les fleuves qui arrosent la presqu'île comprise entre Bergen, Christiansand et Christiania, se trouve une région cuprifère qui renferme les mines du Sæterdal et du haut Tellemarken, Böe, Strömsheien, Omdal, Bygland. Un peu plus à l'Est s'étendent la bande argentifère de la vallée du Lauven (mines des environs de Kongsberg), et la bande cobaltifère de la vallée de Snarum (mines de Skutterud et de Snarum); ces deux bandes sont à peu près parallèles et dirigées du Nord au Sud.

Bande argentifère de la vallée du Lauven, et bande cobaltifère de la vallée du Snarum-Elv.

Bande métallifère parallèle au littoral, comprise entre Christiansand et le lac Miösen.

Un peu plus à l'Est se trouve la zone métallifère du littoral, qui est si riche en minerais de fer, et qui s'étend depuis Christiansand jusqu'au lac Miösen, dans un sens parallèle au littoral, suivant la direction N.N.E.—S.S.O. La partie méridionale de cette zone est la plus productive, elle renferme les mines des environs d'Arendal et de Tvedestrand (*Pl. II, fig.* 1). Un peu plus au N.-E. sont les mines de fer d'Egeland, des environs de Krageröe et de l'île Langö, puis celles de Fossum, d'Ulefoss, des environs de Drammen et celles qui avoisinent la partie méridionale du lac Miösen.

Il y a dans cette région ferrifère plusieurs mines de cuivre et de plomb argentifère, situées dans des roches de la période palæozoïque, mais elles sont peu importantes et aujourd'hui abandonnées; il y a aussi deux anciennes mines d'or, l'une près d'Eidsvold, au sud du lac Miösen, l'autre près du lac Éger, au sud de Drammen.

Région métallifère du Midi de la Suède.

La partie de la Suède, qui est limitrophe de la Norwège méridionale et qui s'étend entre les lacs Wenern, Wettern et le Skagerrack ou golfe de Christiania, est dépourvue de mines : le méridien de Carlstad et de Lund, limite du côté occidental la zone métallifère du midi de la Suède. Que l'on joigne par des lignes droites Westervick sur le golfe de Botnie, Mänsorp, près de Jonköping, sur le Wettern, Carlstad, sur le Wenern, Rättvick au nord du lac Siljan et Gèfle; ce polygone, fermé par le bord du golfe de Botnie, embrassera l'espace le plus riche en mines de la Suède et de tout le nord de l'Europe; c'est à l'intérieur de ce périmètre que se trouvent les gîtes principaux de fer, cuivre, cobalt, plomb et argent.

Principales mines de fer du Midi de la Suède.

Parmi les abondantes mines de fer que l'on y exploite, je me bornerai à mentionner ici les plus importantes. Dans la Sudermanie (province de Nyköping) se trouvent celles d'Utö, Skotväng, celles des environs de Nyköping, Tunaberg, Floda, etc. Dans l'Uplande (province d'Upsal et Stockholm), outre les célèbres mines de Danemora, je citerai celles de Herrängs, situées au bord de la mer, dans la paroisse de Hafverö; il y en a plusieurs autres dans les paroisses d'Alunda, Hargs, Wahlö, etc. La Gestricie (province de Gefle) ne renferme pas de mines importantes, ni en fer, ni en cuivre ou plomb. La Dalécarlie (province de Falun) possède un grand nombre

de gîtes de minerais de fer; les principaux se trouvent dans les paroisses de Säther, Svardsjö, Söderberkes, Stora Tuna, etc., et surtout dans celle de Grangjärde, qui est la plus riche de toute la Suède, et fournit la plus grande quantité de minerai (environ 450.000 quintaux métriques par an). Dans la Westmanie (province de Westerås) il y a près de Norberg un très-grand nombre de mines de fer; il y en a aussi aux environs de Nora, Linde, Bastnäs, etc. Je citerai dans la Wermlandie (province de Carlstad) les célèbres mines de Nordmarck, Age, Persberg et Taberg, situées toutes aux environs de Philipstad. Dans la Néricie (province d'Örebro) il existe quelques mines d'une importance secondaire aux alentours d'Örebro et dans les provinces de Lännas, Viby et Hammar, etc. Dans la Vestrogothie (province de Göteborg), qui est située en dehors du périmètre, tracé précédemment, on ne trouve de mines d'aucune espèce. Dans l'Ostrogothie (province de Linköping) il existe plusieurs mines de fer abandonnées, mais on exploite encore maintenant celles de Pétäng, Lindin et Nastorp, dans les paroisses de Börrum et Skällvick. La Smålande (province de Jonköping, Calmar et Kronoberg) possède le gîte renommé du Taberg, près de Jonköping, qui alimente un grand nombre de hauts-fourneaux; il y a quelques autres mines de fer oxydulé, à Stenbo et aux environs. C'est dans la même province que se trouvaient les principales exploitations de minerais de fer de lacs et de marais.

Association des minerais de cuivre, de cobalt et de plomb argentifère.

Cette vaste zone métallifère, dans laquelle nous venons de citer un grand nombre de mines de fer est aussi très-riche en cuivre, cobalt, plomb et argent; la pyrite de cuivre, la galène argentifère et la blende sont habituellement associées, et quel-

quefois on exploite ces différentes substances dans les mêmes mines; Falun, par exemple, produit à la fois du cuivre, du plomb, de l'argent et de l'or: en certains endroits on utilise la blende pour la fabrication du laiton. Le minerai de cobalt (sulfo-arséniure) est constamment accompagné de pyrite cuivreuse, plus rarement de galène; tantôt on utilise le minerai de cobalt seul, tantôt on tire à la fois parti du minerai de cobalt et du minerai de cuivre.

Dans la partie de la Suède que nous considérons maintenant, il y a un nombre immense de mines de cuivre et de plomb argentifère, mais généralement les minerais se trouvent disséminés en petite quantité au milieu du micaschiste ou du calcaire; aussi la plupart des mines où la galène est pauvre en argent, ont fini par être délaissées, et actuellement il est peu d'exploitations qui soient encore en activité.

Mines de cuivre actuellement exploitées.

Falun est le centre d'une région qui a été pénétrée sur une grande étendue par des émanations cuprifères; en une foule d'endroits, aux alentours, on trouve des déblais d'anciennes exploitations. Indépendamment de Falun, on continue à exploiter les gîtes de Svartvick, Tomtebo et Garpenberg, en Dalécarlie, ceux de Nyakopparberg et Riddarhytta en Westmanie, et celui d'Åtvedaberg en Ostrogothie.

Mines de cobalt.

Les mines de Vena, en Néricie, et Tunaberg, en Sudermanie, sont exploitées les premières pour cobalt, les secondes pour cuivre et cobalt. Il y a plusieurs anciennes mines de cuivre et de cobalt, parmi lesquelles je citerai celles de Håkansboda en Westmanie, et celles de Gladhammar en Smålande, que l'on exploitait encore il y a peu de temps.

Aujourd'hui les seules mines qui fournissent du plomb et de l'argent, sont celles de Falun et Löfås en Dalécarlie, Sala, Guldmedshyttan et Hellefors en Westmanie; il y en a eu autrefois beaucoup plus en activité: c'est dans la Dalécarlie et la Westmanie qu'étaient les plus nombreuses. Mines de plomb argentifère.

Passons à la Finlande : la plupart des mines en exploitation se trouvent dans la région littorale du golfe de Finlande, surtout entre Åbo et Helsingfors, sur le prolongement de la zone métallifère qui embrasse la Dalécarlie, la Westmanie et l'Uplande. On exploite une trentaine de mines de fer oxydulé qui se trouvent principalement dans les paroisses d'Helsinge, Lojo, Pojo et Bierno. Il existe de la galène sur divers points, et à Orriyärvi, paroisse de Kisko, il y a des mines de cuivre qui sont en activité depuis longtemps, et qui jouissent d'une certaine réputation, comme gisement de nombreux minéraux. Plus loin, à l'Est, près d'Imbelax, sur le côté Nord-Est du Ladoga, dans le gouvernement de Sordawala, se trouvent les mines de cuivre et d'étain de Pitkäranta qui peuvent devenir importantes par la suite; et dans cette région se trouve aussi du fer oxydulé. Gîtes métallifères du midi de la Finlande.

Pour ne pas avoir à revenir sur les gîtes de la Finlande, qui n'ont encore été que fort peu explorés, j'ajouterai qu'un très-grand nombre de lacs et de marais renferment des minerais de fer de formation récente, qui sont utilisés en divers endroits dans l'intérieur du pays. En outre, il existe aux environs de Kuopio plusieurs mines de cuivre et de plomb; dans les environs de Kemi, près de Torneå, il y a aussi des gîtes de galène ar- Gîtes contenus dans l'intérieur et dans le Nord de la Finlande.

gentifère et de cuivre pyriteux ; et dans des blocs isolés, aur les bords du Kémi-Elv, on a découvert de l'or natif à l'époque où j'ai visité ces lieux.

L'Helsinglande, le Medelpad, l'Ångermanie, la Vestrobotnie et le Herjedal sont pauvres en mines.

Les provinces situées immédiatement au Nord de la zone métallifère du midi de la Suède, paraissent être pauvres en mines; et par suite, les immenses forêts qui couvrent ces régions sont en grande partie sans emploi. Dans l'Helsinglande (province de Söderhamn), il n'y a que deux ou trois petites mines de fer; il existe aussi à Loos d'anciennes mines de cobalt. Dans le Medelpad, l'Ångermanie et la Vestrobotnie, on ne connaît que peu d'indices de minerai de fer ; dans la partie orientale du Herjedal, près de l'usine à fer de Ljusnedal, il existe une petite mine de fer et d'anciennes mines de cuivre.

Il y a peu de mines dans la province de Bergen, dans le Romsdal, le Guldbrandsdal, et le Hedemarken.

En Norwège, la province de Bergen, le Romsdal, le Guldbrandsdal, et le Hedemarken, renferment peu de minerais; on ne connaît de gîtes un peu importants que ceux des environs d'Aardal, à l'extrémité de l'une des branches du Sognefiord ; ils ont été exploités sur une assez grande échelle pendant le siècle dernier.

Nombreux gîtes de fer chromé et de pyrite cuivreuse dans le Midi de la province de Drontheim.

La partie méridionale de la province de Drontheim est riche en minerais de cuivre et renferme des gîtes nombreux de fer chromé (*Pl. II, fig.* 6): ceux-ci se trouvent autour du massif du Sneehättan, sur le Dovre, dans les parties limitrophes de la province de Drontheim, du Romsdal et du Guldbrandsdal, dans la vallée de la Glommen, et enfin entre la ville de Röraas et le lac de Férager. Les gîtes cuivreux occupent à peu près la même région; il y en a sur le Dovre, principalement dans les vallées du Gruvedal; mais les plus importants se trouvent dans la vallée de Foldal et dans le haut de la

vallée de la Glommen, aux environs de Röraas; il y en a encore d'autres près de Quickne et Meldal, dans la vallée de l'Örkel-Elv, près de Selbœ, Mérager et Tydal, dans les vallées du Néa-Elv et du Stor-Elv.

A peu de distance à l'E.N.E. de cette région cuprifère, il y en a une autre séparée par la bande montagneuse qui forme la séparation entre la Norwège et la Suède; c'est la région cuprifère d'Åreskuttan dans le Jemtland: sur les pentes du massif d'Åreskuttan et sur les fields environnants, il y a un grand nombre de gîtes cuivreux dont l'un renferme de l'or natif: on connaît aussi dans la même contrée des mines de plomb argentifère. Région cuprifère du Jemtland.

Si nous nous avançons un peu plus loin vers le N.N.E., au centre de la Laponie, entre le Torneå-Elv et le Luleå-Elv, nous trouverons une région métallifère qui paraît être fort riche au moins en minerais de fer: il y a ici des amas d'oxyde de fer d'une énorme puissance, tels que ceux de Gellivara dans le Luleå Lappmarck, ceux de Kirunavara, Luossavara, Svappavara, Junosuvando et plusieurs autres dans le Torneå Lappmarck; ces deux provinces renferment encore plusieurs gîtes de minerai de cuivre; il y en a dans la première à Magno-Vara, Voluvara, Råvavara, Vordnacka et Vornäs; ceux du Torneå Lappmarck se trouvent principalement dans les environs de Juckasjärvi, sur les hautes montagnes de Schiangeli et à Ragisvara, Kovovara et Svappavara. Il y a de la galène argentifère associée à de la blende en plusieurs endroits du Luleå Lappmarck, ainsi sur la montagne de Lillahjerta et en divers points de la province de Jokkmoks. Région ferro-cuprifère à l'intérieur de la Laponie.

Région cuprifère du Finmarck.

Il ne me reste plus à signaler que la zone cuprifère la plus septentrionale, située à l'extrémité de la Norwège, sous le 70° degré de latitude, à l'embouchure du fleuve Alten dans l'Altenfiord; c'est là que se trouvent les mines de cuivre des environs de Kaafiord et de Bossecop (*Pl. IV, fig.* 1).

Il y a cinq régions ou zones métallifères principales.

En résumé, on peut distinguer en Scandinavie cinq régions métallifères principales :

1° La région du midi, qui comprend plusieurs portions distinctes, savoir : la zone cuprifère du Säterdal et du Haut-Tellemarken, la bande argentifère de la vallée du Lauven et la bande cobaltifère de la vallée du Snarum-Elv, puis la bande ferrifère et cuproplombifère du littoral, s'étendant de Christiansand au lac Miösen, ensuite la zone du midi de la Suède, qui est très-riche en fer, cuivre, cobalt, plomb et argent, et plus à l'Est la zone cuproferrifère de la Finlande méridionale.

Plus au Nord, sont les autres régions métallifères:

2° La région cuprifère et chromifère de la province de Drontheim;

3° La région cuprifère du Jemtland;

4° La région ferro-cuprifère de la Laponie suédoise;

5° La région cuprifère du Finmarck.

Classement des gîtes métallifères.

Les dépôts métallifères de la Scandinavie ne peuvent être, en général, assimilés à de véritables filons.

Les caractères des dépôts métallifères de la Scandinavie diffèrent notablement de ceux que l'on observe dans la plupart des mines de France, d'Angleterre et d'Allemagne : bien que les Suédois et les Norwégiens appliquent généralement aux gîtes de leur contrée le nom de *gångar* (filons), il est rare que ce soient de véritables filons. Sauf quelques cas exceptionnels, les minerais ont été

déposés au milieu de roches schisteuses ou massives; les gîtes affectent tantôt la forme de couches ou de bandes allongées et tantôt celle d'amas, mais en général ils n'ont point rempli des vides résultant de cassures rectilignes obliques ou perpendiculaires à la stratification.

Distinction entre les gîtes d'oxydes de fer et ceux de sulfures métalliques.

Les gîtes d'oxydes de fer et ceux de sulfures ou sulfarséniures métalliques ne se présentent pas tout à fait de la même manière; les premiers offrent généralement une disposition analogue à celle des masses lenticulaires de roches plutoniques que l'on trouve intercalées au milieu de schistes cristallins et allongées dans le sens de leur schistosité. Quelquefois les oxydes de fer se mélangent avec les roches encaissantes, mais ils forment presque toujours la plus grande portion de la masse qui est exploitée. Les gîtes de sulfures ou sulfarséniures métalliques se distinguent par le caractère de dissémination des minerais au milieu des roches, dont ils ne forment habituellement qu'une faible partie; ce ne sont point comme les filons ordinaires de galène ou de pyrite cuivreuse, des substances métalliques mélangées avec des fragments des roches encaissantes et cimentées par des gangues pierreuses cristallisées, du spath calcaire, de la baryte sulfatée, etc.; ici les sulfures sont généralement noyés au milieu de schistes cristallins ou de roches calcaires, quelquefois dans des roches massives. Les gangues pierreuses cristallisées et indépendantes du terrain adjacent se trouvent comparativement en petite quantité; la gangue principale est formée par la roche encaissante elle-même.

Division des gîtes métallifères de la Scandinavie en deux classes.

On est ainsi conduit à diviser les gîtes de la Scandinavie en deux classes, dont la première comprend les gîtes d'oxydes métalliques, d'oxydule

et de peroxyde de fer, auxquels on peut ajouter ceux de fer chromé. Dans la seconde classe sont les gîtes de sulfures et sulfarséniures métalliques, et j'y joindrai ceux de métaux natifs; il y a les sulfures cuivreux et ferreux, les sulfures plombo-argentifères, les sulfarséniures cobaltifères, les sulfures nickélifères, l'argent et l'or natif. Cette classification a l'avantage d'être en rapport avec la composition chimique des minerais; et, comme nous le verrons, elle est aussi en harmonie avec les caractères géologiques des dépôts métallifères.

1re CLASSE. — *Gîtes d'oxydes de fer et de fer chromé.*

Distinction des minerais de fer en roche, des minerais de lacs et de marais.

Le fer forme l'élément essentiel de la richesse minérale de la Scandinavie, il est le produit principal de son industrie métallurgique : dans ce pays se trouvent les dépôts ferreux les plus puissants et les plus riches que l'on connaisse. Les minerais ont une teneur très-élevée, qui surpasse quelquefois 60 o/o, et les fers que l'on en retire sont d'une qualité supérieure et jouissent de propriétés spéciales pour la fabrication de l'acier. Je distinguerai de suite les minerais en roche et les minerais superficiels, minerais de lacs et de marais, sur lesquels je donnerai quelques détails, après avoir décrit les premiers.

Le fer oxydulé et le fer oligiste sont les seuls minerais en roche.

Parmi les divers composés que forme le fer combiné avec l'oxygène, deux seulement se rencontrent en masses exploitables dans les roches de la Scandinavie : ce sont le fer oxydulé et le fer oligiste. Le fer oxydé hydraté, qui constitue le principal minerai en France, ne se trouve dans le Nord de l'Europe qu'au fond de divers lacs et ma-

rais. On n'y connaît pas de gîtes de fer alumino-silicaté, ni de fer carbonaté lithoïde. Le fer spathique, qui constitue des gîtes importants dans le département de l'Isère, dans la Styrie, la Carinthie et le pays de Siegen, ne se rencontre en Suède et Norwège que comme minéral accessoire, et il y est même peu commun.

Les gîtes de minerais de fer sont difficiles à classer.

Les gîtes scandinaves se composent tantôt de fer oxydulé pur, tantôt d'un mélange de fer oligiste et de fer oxydulé; quelquefois de fer oligiste seul : cette dernière espèce est un peu moins abondante que la première, elle a ordinairement la forme micacée ou écailleuse. Il est impossible d'établir des divisions parfaitement tranchées entre les divers gîtes de minerai de fer, vu qu'il y a pour ainsi dire une transition des uns aux autres, et ils paraissent avoir une origine commune. On peut suivre plusieurs méthodes pour les classer et les décrire : il y aurait des inconvénients à adopter un ordre purement géographique; la composition des minerais et leurs relations géologiques offrent des bases plus rationnelles de classification; car nous venons de voir que les uns consistent en fer oxydulé, les autres en fer oligiste. Il y a des gîtes interposés dans le gneiss ordinaire, composé de feldspath, quartz et mica, ou dans le gneiss accompagné de granite ou même au milieu du granite; d'autres sont entourés de couches quartzeuses, micacées, calcaires ou pétrosiliceuses : il en est qui sont incorporés dans des roches dioritiques.

Les gîtes d'une même région offrent ordinairement des caractères communs de composition et de structure.

Si l'on compare entre eux les gîtes d'une même région, on y remarque des caractères communs de composition et de structure; c'est très-manifeste dans la contrée d'Arendal, dans la Suder-

manie, la Wermlandie, etc., de façon que, sans suivre d'une manière absolue l'ordre géographique, on peut grouper ensemble les mines d'une même région. D'ailleurs en visitant un grand nombre de gîtes, on reconnaît qu'il y a des relations générales entre les caractères minéralogiques et géologiques, c'est-à-dire entre la composition, la forme et l'arrangement des substances minérales des diverses mines et la nature des roches encaissantes. Bien qu'il n'existe pas une dépendance absolue entre ces divers éléments, on conçoit que la nature des roches où ont été déposées les matières métalliques a pu influer sur les combinaisons chimiques et sur la disposition des subtances minérales qui ont cristallisé. Ainsi le fer oxydulé, lorsqu'il se trouve au milieu de masses calcaires, est habituellement à grains fins, et tend à se mélanger avec la roche : le fer oligiste micacé se comporte d'une autre manière ; rarement sa gangue est calcaire, il est habituellement associé à des schistes quartzeux et micacés, ainsi qu'on l'observe même en dehors de la Scandinavie. Ces faits, comme presque tous ceux qui appartiennent aux dépôts métallifères, n'ont pas une valeur absolue ; cependant ils méritent de fixer l'attention, lors même qu'ils sont sujets à quelques exceptions. La division suivante me paraît être la plus en harmonie avec l'ensemble des caractères qui distinguent les mines de fer de la Scandinavie :

Ire DIVISION. Gîtes situés dans les terrains primitifs ou dépourvus de fossiles (formation de gneiss et formation d'urthonschiefer).	1° Gîtes de fer oxydulé pur.	1° Situés dans le gneiss seul ou accompagné de granite et dans les roches subordonnées au gneiss, quartzeuses, micacées et calcaires.
		2° Associés à des roches amphiboliques interposées dans le gneiss.
	2° Gîtes de fer oligiste mélangé de fer oxydulé et quelquefois seul.	Situés dans le gneiss ordinaire ou plus généralement dans les roches qui lui sont subordonnées, principalement dans les schistes quartzeux et micacés.
	3° Gîtes de fer oxydulé. . .	Situés dans la formation d'urthonschiefer.
IIe DIVISION. Gîtes situés dans des roches de la formation paléozoïque.	Ce sont des amas composés de fer oxydulé, rarement de fer oligiste, situés en général près du contact des terrains paléozoïques et des roches granitiques de la même époque.	
IIIe DIVISION. Gîtes de formation récente..	Ce sont des dépôts formés de nodules de fer oxydé hydraté, et situés au fond des lacs et des marais.	

Les gîtes de la première division sont de beaucoup les plus importants; ceux de la formation paléozoïque sont à la fois bien moins nombreux et moins puissants. Les dépôts de formation récente sont répartis sur des surfaces un peu étendues, et auraient de l'importance, s'ils se trouvaient dans des pays moins richement pourvus de mines de fer; mais les produits que l'on en retire sont de qualité médiocre.

PREMIÈRE DIVISION. — *Gîtes des terrains primitifs.*

Ordre suivi dans la description des gîtes.

Dans cette division, les gîtes de fer oxydulé sont les plus abondants, et présentent les caractères les plus variés; je commencerai par examiner ceux où le minerai est presque pur, mélangé

de gangues peu nombreuses et en faible quantité. Je ferai connaître ensuite les mines plus compliquées par la diversité de leurs gangues, telles que celles des environs d'Arendal ; puis je décrirai les gîtes associés aux roches dioritiques, et enfin je passerai en revue les principaux gîtes qui sont composés en partie ou en totalité de fer oligiste.

Gîtes de fer oxydulé faisant partie de la formation gneissique.

Mines de fer du Bispberg.

Il est en Scandinavie plusieurs mines où l'on exploite une masse épaisse de fer oxydulé presque pur, je veux dire presque sans gangue; elles me paraissent être non moins remarquables par leur simplicité que le sont beaucoup d'autres mines par leur complication. Le Bispberg nous offre un type bien caractérisé des gîtes de cette espèce : il est situé en Dalécarlie, à environ 3 myriamètres au Sud-Est de Falun, proche la petite ville de Säther. C'est une montagne isolée, allongée de l'Est à l'Ouest, et entourée par la plaine diluvienne de Säther; là, dans le gneiss et les roches qui en dépendent, on a ouvert une cinquantaine de mines sur une longue série de gîtes qui appartiennent à une même bande ferrifère, dirigée de l'E.N.E. à l'O.S.O. (1). La plupart de ces mines sont aujourd'hui abandonnées ; mais quant à la principale exploitation, située près du sommet de la montagne (d'après mes observations hypsométriques, à 120 mètres au-dessus du fleuve Dal Elfven, ou 201 mètres au-dessus de la mer),

---

(1) Toutes les directions insérées dans ce mémoire sont rapportées aux méridiens astronomiques.

elle est toujours florissante, et produit annuellement 60.000 quintaux métriques de fer oxydulé, qui est livré à 10 ou 12 hauts-fourneaux des environs, et les produits qu'on en obtient sont regardés comme très-propres à la fabrication de l'acier.

Disposition de l'amas principal.

L'amas du Bispberg est enclavé dans des schistes quartzeux, micacés et chloriteux, qui dérivent du gneiss et courent à l'E. 35° N., en plongeant de 75° au S.-E. C'est aussi dans ce sens qu'est allongée la masse ferreuse; elle est exploitée sur environ 200 mètres de longueur et sur une largeur de 25 à 35 mètres. Les travaux sont souterrains, et atteignent actuellement une profondeur de 220 mètres, à laquelle il ne paraît pas y avoir d'appauvrissement. Il y a dans les parties supérieures deux branches parallèles, séparées par une bande feuilletée, chloriteuse; elles se renflent et s'amincissent alternativement, puis elles se réunissent vers la partie inférieure des travaux.

Veines chloriteuses nommées skölar.

Les parois du gîte sont formées principalement de chlorite en larges feuillets verdâtres, qui pénètrent aussi au milieu de la masse, et la coupent en divers sens. Dans beaucoup de mines de la Scandinavie, j'aurai à signaler la présence de veines ou plaques à surface courbe, formées de chlorite ou de talc largement feuilleté; je les désignerai par l'expression de skölar (sköl au singulier) qu'on leur a donnée en Suède, et qui, à proprement parler, s'applique non-seulement aux matières remplissant des fentes et formant comme des cloisons, mais aussi aux joints ou surfaces de division des masses minérales.

Néanmoins les skölar sont en général des plaques ondulées, très-lisses et miroitantes, d'une

épaisseur variable, formées de chlorite, talc, mica, serpentine, asbeste, englobant souvent d'autres minéraux, et principalement de l'amphibole; ces plaques traversent les dépôts d'oxyde de fer de la Scandinavie suivant des directions irrégulières et s'entrecroisant; souvent aussi elles en forment l'enveloppe et leur servent de salbandes. La disposition en est clairement indiquée sur la *fig.* 14, *Pl. II*, que j'ai dessinée aux mines de Danemora. Les skölar présentent des traces fréquentes de glissement, et sont en rapport avec des actions mécaniques développées à une époque où les amas de fer oxydulé avaient déjà commencé à se solidifier: aussi ils ne paraissent pas avoir exercé d'influence sur la formation des masses ferreuses; mais nous verrons qu'ils ont joué un rôle important dans le dépôt des sulfures métalliques.

Fer oxydulé presque pur.

L'amas du Bipsberg est composé de fer oxydulé massif, à peu près pur, à grains moyens et cristallins, qui souvent se désagrègent avec facilité; une grande partie du minerai que l'on extrait rend de 65 à 70 pour 100 de fonte. Cet amas se présente comme une masse éruptive qui s'est injectée dans le sens de la schistosité, et a formé une colonne aplatie à peu près verticale; on peut l'assimiler à une roche plutonique simple, composée d'un seul élément.

Minéraux accessoires.

On y rencontre çà et là quelques feuillets de fer oligiste, un peu d'amphibole, des veinules de quartz hyalin, et des nids ou druses de spath calcaire; ces substances ne sont ici que des accidents tels qu'il y en a dans les roches plutoniques. On y trouve aussi quelquefois du graphite et même du bitume enchâssé au milieu de druses de quartz. La *fig.* 5, *Pl. II*, que j'ai dessinée sur cette mine,

représente la disposition du bitume; il s'est probablement déposé en même temps que le quartz où il est enchâssé; mais il peut bien s'être introduit dans la masse ferreuse à une époque où elle était notablement refroidie.

Nids de galène et de pyrite cuivreuse.

Sur le côté méridional de la montagne du Bispberg, il y a deux petits mamelons où l'on a exploité des nids de galène, de cuivre pyriteux et sulfuré, accompagnés de sulfures de bismuth et de molybdène, et de schéelin calcaire. Ces dépôts sulfurifères peu importants se sont formés comme des appendices sur le pourtour de la grande masse ferreuse qui constitue le noyau central de la montagne du Bispberg.

Mines de fer de la Sudermanie.

Les mines de fer que j'ai visitées dans la Sudermanie m'ont offert, à l'exception du gîte d'Utö, des caractères communs et peu différents de ceux observés au Bispberg : les amas de fer oxydulé sont enclavés dans le gneiss; à Förola, cette roche est accompagnée de calcaire blanc, lamelleux, contenant des noyaux de serpentine verdâtre; entre les lames de ce calcaire on remarque aussi beaucoup de feuillets de mica noir, de l'hornblende noire, des grenats rouges et des grains de fer oxydulé.

Fer oxydulé à structure lamelleuse.

Dans les gîtes de la Sudermanie, le minerai a une structure remarquable; il est habituellement en masses lamelleuses, présentant les clivages de l'octaèdre régulier; ainsi à Skotvång, Sjösa, Förola, etc., il est très-riche et contient souvent plus de 60 p. 100 de fer. La gangue principale est ici du quarz hyalin répandu au milieu de la masse sous forme de grains et de petits nodules ou de filets discontinus (1); il y a en outre un peu d'am-

(1) C'est une circonstance curieuse de voir du quarz

phibole et de grenats et quelques nids de spath calcaire. J'ai observé dans la plupart de ces gîtes de larges lames d'oligoclase gris-blanc ou d'un blanc tirant sur le vert, parfois rouge de chair; ce minéral fait aussi partie des veines de pegmatite ou granite peu micacé, à très-gros grains, qui coupent, en se ramifiant, les gîtes de la Sudermanie.

Veine de pegmatite ou de granite à grandes parties.

Les veines granitiques sont très-développées à la mine de Skotvång; ici la pegmatite s'entremêle dans tous les sens au milieu de la masse ferreuse; l'enchevêtrement est tel qu'il serait difficile d'apprécier les relations qui existent entre le fer oxydulé

---

libre au milieu de ces masses de fer oxydulé, qui cependant paraissent avoir été dans un état de fusion pâteuse; vu la tendance des acides et des bases à s'unir ensemble, il paraît extraordinaire que la silice ne se soit pas combinée avec l'oxyde de fer : probablement elle se trouvait dans de certaines conditions qui ne lui permettaient pas de s'associer à cette base; par exemple, on peut concevoir, dans quelques cas, que la silice ait été combinée avec un principe volatil, qui ne s'en est séparé qu'au moment où l'oxyde de fer était déjà trop refroidi pour être susceptible d'entrer dans de nouveaux composés, bien qu'il fût encore doué d'une certaine mollesse. On doit remarquer que le fer oxydulé est un oxyde salin qui ne peut se combiner avec un acide qu'en se dédoublant, et qui a par lui-même une grande tendance à la cristallisation.

Il semble dans certains points que la silice, disposée en nodules et filets, n'ait pas fait partie dès l'origine du magma ferreux, mais qu'elle s'y soit introduite à l'instant où il commençait à se refroidir et où la contraction qui s'y opérait graduellement, déterminait un tressaillement de la masse et y produisait une multitude de fissures; quelquefois des nodules de quarz présentent des surfaces polies et de petites stries produites par glissement.

et la pegmatite. Mais en beaucoup d'autres endroits on reconnaît que cette pegmatite ne dépend point des gîtes de fer oxydulé, qu'elle leur est postérieure, comme le montrent les *fig.* 2, 16, 17 et 18, *Pl. II* et *III*, dessinées aux environs d'Arendal et d'Helsingfors; elle dérive du granite à gros grains que j'ai appelé granite moderne. Cependant la manière dont elle s'est injectée au milieu du gîte de Skotvång tend à faire supposer qu'ici la masse ferreuse n'était pas entièrement consolidée, qu'elle présentait encore un certain état de mollesse, au moment où la pegmatite s'y est introduite.

Noyaux lamelleux de fer oxydulé au milieu de la pegmatite.

Il est une circonstance curieuse que j'ai observée en beaucoup d'endroits de la Sudermanie et aux environs d'Arendal : en examinant les veines de pegmatite qui traversent en se ramifiant les amas de fer oxydulé ou les roches de gneiss situées aux environs, j'y ai vu, même à 2 ou 3 kilomètres des mines de fer, de gros noyaux de fer oxydulé qui ont cristallisé ou ont pris une structure lamelleuse au milieu du quarz et des larges lames d'orthose et de d'oligoclase; quelquefois ils sont accompagnés d'hornblende. Il est singulier que le fer oxydulé soit resté libre, bien qu'étant entouré de quarz et d'éléments feldspathiques non saturés de silice. Ici comme dans les gîtes ferreux à gangue de quarz, il paraît qu'au moment où la cristallisation s'est effectuée, les circonstances n'étaient pas favorables au développement des affinités réciproques de la silice et des oxydes de fer; la même observation s'applique au fer oligiste que j'ai aussi observé en divers endroits au milieu de masses siliceuses ou granitiques.

Masse de fer oxydulé au contact du granite et du calcaire cristallin.

Près de la mine de Förola, aux environs de Nyköping, on observe un exemple de contact remarquable; il y a une petite masse de fer

oxydulé à très-larges lames, interposée entre du granite à gros grains et un calcaire lamelleux, translucide, contenant beaucoup de nodules serpentineux d'un vert foncé, de grosses lames d'hornblende noire et des grains cristallins, jaunâtres de condrodite. J'y ai remarqué aussi du spinelle bleu, mais il est rare ici, tandis qu'il est très-abondant dans le calcaire d'Åker, près de Strengnäs, qui est aussi en contact avec le granite, et qui renferme de la rosite, indépendamment des autres minéraux que je viens de citer; leur présence annonce le développement d'actions métamorphiques puissantes.

Souvent les parois des mines de fer sont lisses, polies et striées, surtout lorsqu'il s'y trouve des skölar; ce phénomène est tout à fait analogue à celui que l'on observe sur les parois des véritables filons, et paraît résulter de frottements produits par des glissements.

Mines de fer de Gymås et de Lessöe-Werk. Pour montrer l'analogie que peuvent offrir des mines très-éloignées les unes des autres, je mentionnerai ici comme ressemblant aux gîtes de la Sudermanie deux autres groupes d'amas que j'ai eu de l'occasion de visiter : celui de Gymås dans l'Helsingland, près l'usine à fer de Voxnäs, et celui de Lessöewerk, situé en Norwège, à la limite du Romsdal et du Guldbrandsdal, à une élévation de 1.068 mètres au-dessus de la mer, sur le flanc septentrional de la vallée de Lessöe, non loin du lac et de l'ancienne usine à fer de Lessöewerk. Dans ces deux groupes les gîtes sont traversés par des skölar chloriteux et par des veines de pegmatite contenant de l'oligoclase; on voit aussi des cristaux de ce minéral au milieu même du fer oxydulé qui est accompagné d'hornblende. A Lessöewerk il y a en outre des

grenats rougeâtres et du mica en feuillets noirs; à Gymås le minerai est un peu quartzeux et l'on y remarque aussi des lames de spath calcaire qui est ici généralement associé aux skölar chloriteux; souvent il remplit les mêmes veines, de façon qu'un côté de la fente est occupé par de la chlorite et l'autre par de la chaux carbonatée.

Bande ferrifère d'Arendal.

Passons maintenant à des gîtes d'une composition plus complexe et renfermant des gangues plus variées, mais conservant néanmoins une certaine ressemblance avec les amas que nous venons de décrire. Les environs d'Arendal (*Pl. II, fig.* 1) renferment les plus importantes mines de fer de la Norwège; il y a une bande ferrifère presque continue qui s'étend le long de la côte et des îles adjacentes depuis Öyestad jusqu'à Flakstad, sur l'île Nälsöe. On y exploite une vingtaine de gîtes distribués sur une ligne dirigée du N.-E. au S.-O., et longue d'environ 25 kilomètres; ils fournissent la plus grande partie du minerai qui est fondu dans les hauts-fourneaux de la Norwège. Il y a un deuxième groupe de mines de fer situé un peu plus au N.-O. mais beaucoup moins vaste; il s'étend du bourg de Froland à l'usine de Nœs. Les autres mines de fer que l'on exploite plus au N.-E., sur la zone littorale, sont isolées les une des autres ou ne forment que de petits groupes; elles se trouvent aux environs d'Egeland, de Krageröe, de l'île Langöe, Fossum, etc.

Roches encaissant les mines de fer d'Arendal.

Tous les gîtes de la bande ferrifère d'Arendal ont le même facies et présentent des caractères semblables; ils sont enclavés dans des couches de gneiss passant en divers points au micaschiste par l'absence du feldspath et renfermant quelquefois des bancs calcaires. Les roches schisteuses et les

gîtes qu'elles encaissent sont dirigés moyennement du N.-E. au S.-O.; cependant, d'une extrémité de la bande à l'autre, leur direction passe graduellement du N.-N.-E. à l'E.-N.-E. C'est vers l'extrémité méridionale, à Larrestved, Nödebro, près de Öyestad, que la direction se rapproche le plus du N.-S.; près d'Arendal, elle est généralement voisine du N.-E. L'inclinaison est ordinairement de 60 à 80° au S.-E., ou très-voisine de la verticale, presque jamais elle n'est au N.-O.

Forme et dimensions des gîtes d'Arendal.

La forme des gîtes est assez régulière; plusieurs d'entre eux ressemblent à des couches de minerai ou à de grandes plaques lenticulaires interstratifiées dans le gneiss; il en est ainsi de Thorbjörnsboe, Langsev et Näskils; mais beaucoup, tels que Solberg, Clödeborg, etc., ont des formes onduleuses et mamelonnées. Dans le sens horizontal ils se terminent en coin ou en se ramifiant; dans le sens vértical on n'en connaît pas la fin. L'épaisseur des gîtes est ici beaucoup moindre qu'en Suède; elle varie habituellement de 3 à 8 mètres; elle s'élève à 16 mètres dans le gîte de Thorbjörnsboe, le plus puissant de tous; or la largeur de beaucoup d'amas de la Suède est supérieure à 30 mètres. Les gîtes principaux d'Arendal sont exploités sur une longueur de 100 à 250 mètres, et leur faible largeur contribue à leur donner l'apparence de couches interstratifiées. Quant à la profondeur des travaux, elle est encore peu considérable et généralement inférieure à 100 mètres; c'est seulement à Näskils que l'on a pénétré jusqu'à 160 mètres au-dessous de la surface.

Veines serpentineuses correspondant aux sköłar de la Suède

Dans les mines d'Arendal le phénomène des skölar est fort peu développé; cependant, à Clö-

deborg, j'ai vu des veines qui offrent l'allure des skölar et sont formées tantôt d'une espèce de serpentine ou de pierre ollaire d'un gris-jaunâtre, tantôt de stéaschiste d'un jaune-vert. Elles sont accompagnées de petits filons de spath calcaire, et sur la serpentine on voit implantée de la chaux carbonatée en prismes hexagonaux terminés par des pointements rhomboédriques.

Il est un caractère qui lie les mines de fer d'Arendal à celles de la Sudermanie et de la Finlande, c'est la présence de filons ramifiés de pegmatite ou granite à grandes lames, très-riche en feldspath (orthose souvent mélangé d'oligoclase); on y voit aussi çà et là de larges feuillets de mica noir ou verdâtre, et quelquefois des lames d'hornblende, mais le mica et l'amphibole sont toujours en très-faible quantité, comparativement au feldspath et au quartz. L'existence de ces filons dépend d'un phénomène général dans toute la contrée d'Arendal, il n'est pas une seule mine où je n'en aie observé. Veines de pegmatite ou granite à grandes lames.

Tantôt ce sont des veines branchues et anastomosées, s'entremêlant irrégulièrement dans le gneiss, dans le granite à grains moyens (granite ancien) et dans les amas de fer oxydulé; elles se ramifient en s'amincissant de plus en plus comme les branches qui divergent d'un tronc d'arbre: tantôt ce sont des filons rectilignes et réguliers, d'autant plus remarquables qu'ils ont une inclinaison très-faible, et sont même quelquefois tout à fait horizontaux. D'ailleurs il y a une liaison intime entre les filons rectilignes et les veines sinueuses et ramifiées, il y a passage et communication des uns aux autres (*Pl. II*, *fig.* 3). Disposition de ces veines.

Sur l'origine des veines granitiques.

Au premier abord, la forme de ces filons paraît difficile à expliquer; des savants, parmi lesquels je dois citer M. Scheerer, considèrent les veines ramifiées et souvent discontinues comme le produit de sécrétions, comme s'étant isolées du sein de la masse ferreuse, mais je ne saurais partager cette manière de voir : elle ne peut d'abord s'appliquer aux filons rectilignes, à parois parallèles, qui ont exactement la même composition que les autres. Puis, indépendamment de la difficulté de concevoir ce phénomène de sécrétion, on peut observer que les veines irrégulières, discontinues et noduleuses, se rattachent ordinairement à des masses de granite plus considérables dont elles forment des appendices; en effet, il y a identité de nature entre la matière qui constitue ces veines et le granite-pegmatite qui se montre habituellement en masses plus ou moins considérables à l'entour des gîtes aussi bien que dans les régions dépourvues de mines de fer.

Sur la disposition ondulée et ramifiée que présentent ordinairement les veines granitiques.

L'injection du granite s'est effectuée avec des caractères semblables, non-seulement dans les amas de fer oxydulé, mais aussi dans beaucoup de roches cristallines ou schisteuses, en Scandinavie comme en Allemagne, en France et autres contrées. Une disposition ondulée et ramifiée se fait assez généralement remarquer dans les filons granitiques, elle paraît dépendre de plusieurs circonstances : de l'état pâteux dans lequel se trouvait la matière, de la forte pression qu'elle éprouvait, de sa haute température et du ramollissement que souvent elle paraît avoir occasionné autour d'elle, enfin de la forme des fentes qu'elle a remplies, tantôt s'injectant entre les plans de schistosité qui lui offraient le moins de résistance, tan-

tôt pénétrant dans des fissures irrégulières et d'une petite étendue. Lorsque des mouvements de terrain ont refermé les orifices par où la matière demi-liquide venait de s'introduire, il a dû en résulter une discontinuité dans les veines, et ainsi se sont formés des rognons ou nodules séparés des masses principales. Ajoutons que peut-être les amas de fer oxydulé n'étaient pas encore entièrement solidifiés à l'époque où ont eu lieu les injections granitiques, et d'ailleurs il a pu se produire des effets de transport moléculaire analogues à ceux que j'ai signalés dans un précédent mémoire sur le métamorphisme (1).

Il y a des filons granitiques très-minces et presque horizontaux.

On peut être étonné de la faible inclinaison que présentent fréquemment les filons rectilignes et réguliers de granite (*Pl. II, fig.* 2 et 3), contrairement à la manière d'être générale des filons de roches plutoniques; néanmoins on conçoit que le granite pâteux refoulé par une forte pression, a dû pénétrer dans les fentes, lors même qu'elles étaient peu inclinées; ainsi l'on voit des filons granitiques presque horizontaux traverser non-seulement les amas de minerai de fer, mais aussi les roches de gneiss environnantes. Il y en a beaucoup d'exemples dans la contrée d'Arendal; quelques-uns de ces filons se prolongent horizontalement sur une grande longueur (*Pl. II, fig.* 3), bien qu'ils aient à peine 2 à 3 centimètres de puissance.

Remarques sur l'origine de ces filons.

Quelques personnes ont cherché à expliquer la production de ces filons granitiques horizontaux en supposant qu'ils s'étaient formés verticalement à l'époque où le gneiss se trouvait encore en

(1) Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. III, p. 546 (1er juin 1846).

couches horizontales, puis qu'un redressement d'un angle droit avait rendu le gneiss vertical et les filons de pegmatite horizontaux. Mais cette hypothèse serait loin d'éclaircir le phénomène, car les filons traversent les gîtes de fer oxydulé et leur sont nécessairement postérieurs; il faudrait donc supposer que les amas de fer oxydulé qui sont aujourd'hui enclavés presque verticalement dans le gneiss, s'y sont introduits horizontalement et sans le redresser! D'ailleurs, ce ne sont point de grandes masses de granite, mais seulement des filons peu épais qui se montrent ainsi dans une position voisine de l'horizontalité, et ils communiquent avec d'autres filons qui sont verticaux.

Composition et structure des filons granitiques d'Arendal.

J'ai examiné beaucoup de ces veines granitiques aux environs d'Arendal; j'y ai vu très fréquemment des noyaux lamelleux de fer oxydulé, même à une distance de 1 ou 2 kilomètres des mines de fer : j'y ai aussi remarqué de la gadolinite et des substances noires, analogues à l'orthite et à l'allanite, déjà observées par MM. Daubrée et Scheerer. En traversant les gîtes de fer oxydulé, ces filons présentent fréquemment des druses tapissées de cristaux, qui diffèrent des géodes des roches volcaniques, en ce que leur contour n'est point arrondi, mais de forme irrégulière : probablement ces vides résultent de la diminution de volume éprouvée pendant la cristallisation et non du développement de corps gazeux, tels que ceux qui ont produit les cavités bulliformes, si fréquentes dans les roches de trapp, de basalte, dans certains porphyres et dans les laves volcaniques. A l'intérieur de ces druses, on voit saillir les pointes des cristaux de feldspath et de quartz qui forment la matière des veines. Au-dessus, et dans l'intervalle

qui les sépare, se sont déposés de très-beaux cristaux de chaux carbonatée, sous forme de divers rhomboèdres et de prismes à six faces pourvus de pointements; ils sont tantôt blancs et tantôt rouges de chair. Sur le feldspath et le quartz se trouvent aussi implantés du fer oligiste, des zéolites et plusieurs autres minéraux que je décrirai plus loin.

Actions développées au contact des veines granitiques et des amas de fer oxydulé.

Quand les filons de pegmatite se sont injectés au milieu des gîtes de fer oxydulé d'Arendal, qui devaient constituer des magmas très-complexes, il a dû y avoir réaction de la masse adjacente sur la pegmatite : alors se sont développées des actions de contact; une portion de la pegmatite s'est infiltrée dans la masse de fer oxydulé, et de même quelques-uns des minéraux contenus dans cette masse sont venus s'associer aux éléments des filons granitiques et donner naissance à des combinaisons particulières que l'on chercherait en vain dans les filons de granite éloignés des amas ferreux.

Minerai de fer d'Arendal.

Le minerai d'Arendal est exclusivement du fer oxydulé; dans aucun des gîtes on ne trouve de fer oligiste autrement que comme minéral accidentel. Le fer oxydulé est à grains un peu gros ou en masses lamelleuses.

Grande variété de gangues des gîtes d'Arendal.

Dans toute la Scandinavie, il n'y a pas de mines de fer qui renferment un aussi grand nombre de gangues diverses que celles des environs d'Arendal. Parmi les substances qui accompagnent le fer oxydulé, il y en a cinq espèces qui sont prédominantes, et se rencontrent dans toutes les mines de cette zone; ce sont : l'amphibole, le pyroxène, les grenats, l'épidote, le mica et la chaux carbonatée. On peut encore y ajouter le quartz et le felds-

path qui constituent les veines et nodules de pegnatite, mais qui ne paraissent pas faire essentiellement partie des gîtes ferreux. Il y a d'autres gangues beaucoup moins abondantes, et qui ne se rencontrent pas dans toutes les mines, telles que l'apatite, le sphène, la paranthine, et enfin il y a des minéraux qui sont pour ainsi dire exceptionnels, tels que l'analcime, l'apophyllite, la prehnite, etc., c'est-à-dire qui ne se rencontrent que dans un fort petit nombre de gîtes et qui y sont même rares.

Parmi les mines d'Arendal, quelques-unes seulement se font remarquer par une grande richesse de gangues, et fournissent les beaux échantillons qui ornent les cabinets de minéralogie. On doit citer en première ligne Langsev et Barbo, Thorbjörnsboe et Näskils. Je vais donner quelques détails spéciaux sur ces mines, à cause de leur importance minéralogique et géologique ; j'aurai ainsi l'occasion d'exposer les conditions de gisement propres aux principaux minéraux d'Arendal.

Mines de Langsev et Barbo.

Dans les mines de Langsev et Barbo, on exploite une lentille assez régulière : le gneiss qui l'environne est très-micacé et tend à passer au micaschiste ; sa direction générale est du N. 38 E. au S. 38 O., et sa pente de 70 au S.-E. ; du côté N.-O., au mur du gîte, il est accompagné de calcaire d'un gris clair, à fines lames, mélangé de petits feuillets de mica verdâtre. La puissance moyenne du gîte est de 6 à 7 mètres ; elle est moins grande à la surface qu'à 12 ou 15 mètres au-dessous : la profondeur actuelle des travaux est d'environ 100 mètres.

Abondance des grenats.

Le grenat est ici une des gangues les plus abondantes ; la majeure partie est jaune, de la variété

colophonite, et consiste en une agglomération de gros grains cristallins, peu adhérents et susceptibles de se désagréger sous la simple pression des doigts. Outre les grenats jaunes, il y en a d'un rouge foncé (grenats almandins), et d'autres noirs qui sont habituellement cristallisés en trapézoèdres.

L'amphibole est d'un vert-noirâtre, et appartient à la sous-espèce hornblende; l'actinote radiée est moins abondante : le pyroxène est à deux états différents; le plus souvent il est en masses grenues, verdâtres, à cassure conchoïde, dépourvues de cohésion, se séparant sous forme de globules sphéroïdaux; c'est la variété appelée *coccolite*. On trouve aussi, mais moins abondamment, du pyroxène hédenbergite, d'un vert foncé, cristallisé sous une forme qui offre une combinaison du prisme rhomboïdal et du prisme rectangulaire. **Amphibole et pyroxène.**

L'épidote n'est guère moins commune que le pyroxène, elle lui est associée de même qu'aux grenats et à l'amphibole; lorsqu'elle se trouve enclavée au milieu de ces silicates, elle est ordinairement compacte ou grenue; quelquefois elle les traverse sous forme de veinules, mais à l'intérieur des druses elle saillit en prismes très-nets, présentant jusqu'à douze pans et offrant plusieurs troncatures tant sur les arêtes que sur les angles de la base : l'épaisseur des prismes d'épidote s'élève parfois jusqu'à 1 décimètre. De même l'amphibole, le pyroxène, les grenats, etc., ne se montrent bien cristallisés que dans les cavités formées au sein de la masse pendant son refroidissement. **Épidote.**

Le mica verdâtre et quelquefois blanc est très-abondant à Langsev et dans la plupart des mines d'Arendal; il s'y trouve souvent aussi de la chlorite; le grenat colophonite, le pyroxène coccolite, l'hornblende, l'épidote et le mica sont habituel- **Mica, orthose et oligoclase.**

lement réunis ensemble et enchevêtrés les uns dans les autres. A ces gangues se joignent l'orthose cristallisé et quelquefois l'oligoclase, mais en général ils paraissent se rattacher aux veines et nids de pegmatite.

Apatite, paranthine, zircon et sphène.

L'apatite est assez commune à Langsev et à Thorbjörnsboe; elle est d'un beau bleu de ciel et a été appelée *moroxite;* tantôt elle est entremêlée au milieu du fer oxydulé, de l'épidote, des grenats; tantôt elle accompagne les veines feldspathiques où l'on trouve aussi des grenats, de la paranthine en prismes lamelleux, de petits cristaux de zircon et des prismes gris de sphène : ces derniers minéraux se montrent aussi au milieu du mélange d'épidote, pyroxène, etc.

Minéraux zéolitiques.

A Langsev on trouve de l'analcime en beaux cristaux (trapézoèdre) dans des fissures ou druses formées par l'assemblage des grenats, du pyroxène, etc. Il en est de même de la préhnite; ce sont des géodes semblables et aussi des druses de la pegmatite qui servent de gisement aux différentes zéolites : on en trouve beaucoup d'espèces; l'apophyllite est la plus rare, je l'ai vue en recouvrement sur des cristaux de quartz; la mésotype et la stilbite sont bien plus communes, et j'y ai aussi remarqué l'heulandite qui n'avait point encore été signalée. Tous ces minéraux ont les mêmes formes que ceux des roches volcaniques et sont implantés à la surface des druses. M. Scheerer a indiqué l'amphigène parmi les minéraux de cette localité, mais je n'en ai vu aucun échantillon ni sur la mine ni dans les riches collections qui existent en Norwège.

Chaux carbonatée.

La chaux carbonatée est assez abondante à la mine de Langsev et dans les autres mines d'Arendal; elle se présente sous ses principales formes, sous celles de différents rhomboèdres, de prisme

hexagonal et de métastatiques, mais elle ne se montre ainsi cristallisée que dans des druses ou fissures, tandis qu'elle est répandue çà et là au milieu des gîtes en masses lamelleuses. Dans certains cas, elle forme de petites lames mélangées intimement et enchevêtrées au milieu des gangues silicatées; alors elle paraît avoir cristallisé en même temps que ces gangues.

Intervention probable de principes calcaires dans le développement des silicates à base de chaux.

Le grand développement des silicates à base de chaux, du grenat colophonite, de l'épidote, du pyroxène, etc., dans les principaux gîtes d'Arendal, tient probablement, comme l'a déjà indiqué M. Daubrée, à l'intervention de principes calcaires; peut-être provient-il dans certains cas de ce que le terrain de gneiss où ces dépôts métalliques se sont formés contenait des masses calcaires qui ont subi une transformation et ont fourni la chaux qui est venue s'ajouter aux éléments de la masse injectée. Le calcaire se transforme assez facilement en grenats au contact de certaines roches silicatées, témoins les calcaires paléozoïques des environs de Brévig, que les actions métamorphiques développées au voisinage de la syénite zirconienne ont convertis sur plusieurs points en une masse grenue, cristalline et très-dure, offrant la composition du grenat allochroïte. A Giellebeck, le phénomène n'a pas été tout à fait pareil, les grenats ont cristallisé, mais une partie du calcaire est restée à l'état de carbonate.

Couche formée de carbonate de chaux et de silicates calcifères.

Je ferai observer qu'au mur de la mine de Langsev, celle où il y a le plus de grenat colophonite, le gneiss renferme des lames calcaires. A l'île Tromöe, j'ai observé un banc interposé dans le gneiss, qui renferme un peu de fer oxydulé, mais qui est composé principalement d'un mélange de

calcaire lamelleux et de grenat colophonite ; on y voit des zones alternatives de grenats, de pyroxène et d'amphibole d'un vert foncé, et tous ces silicates sont noyés au milieu des lames calcaires ; le mélange est exploité comme fondant pour le haut-fourneau de Nœs.

Une portion de la chaux carbonatée est postérieure au fer oxydulé.

Néanmoins, il est facile de voir qu'une portion de la chaux carbonatée qui se trouve dans les mines d'Arendal, surtout celle qui se montre nettement cristallisée, n'est pas rigoureusement contemporaine du fer oxydulé et des silicates adjacents, qu'elle s'est déposée après leur solidification et très-probablement dans des conditions différentes, non à l'état de fusion, mais par voie aqueuse ou électrochimique. En effet, le spath calcaire à larges lames remplit ordinairement des cavités, des druses ou fissures ; il forme des veines qui coupent les gîtes. Lorsqu'il se trouve dans des géodes occupées par des silicates ignés, du feldspath, du scapolite, etc., il les recouvre constamment. En un mot, il diffère complétement par sa manière d'être du grenat, du pyroxène, de l'épidote : ces divers minéraux se sont gênés les uns les autres au moment de leur cristallisation ; de même que les éléments des roches pyrogènes, ils se pénètrent réciproquement, comme s'ils avaient été juxtaposés à l'état pâteux ; tandis que le spath calcaire qui recouvre leurs faces ou en remplit les intervalles ne les a point oblitérés et n'en a point contrarié la cristallisation. Aussi, en dissolvant la chaux carbonatée dans de l'acide nitrique, comme le font habituellement les marchands de minéraux, on met à nu les pointements des cristaux qui sont ordinairement très-nets.

J'ai vu sur beaucoup d'échantillons le spath

calcaire traverser sous forme de petits filets de gros cristaux d'épidote ou de pyroxène; si l'on trouve quelquefois des grenats englobés dans du spath calcaire, on ne peut pas toujours en conclure qu'ils se sont formés dans la position où nous les voyons; car, en vertu de la force développée à l'instant de la cristallisation, la chaux carbonatée tendant à s'interposer entre les cristaux les soulève et peut les incorporer dans sa masse à mesure qu'elle prend l'état solide; de même que des graviers sont souvent enchâssés au milieu de la couche de glace fibreuse, qui se forme pendant la nuit à la surface du sol.

Les veines de spath calcaire sont plus récentes que les filons granitiques.

D'ailleurs la postériorité est incontestable pour les grandes plaques de spath calcaire qui traversent les gîtes sur une grande étendue et qui sont très-développées surtout à Thorbjörnsboe (*Pl. II*, *fig.* 2); ces plaques calcaires sont même plus modernes que les filons de pegmatite décrits précédemment, car elles les coupent. Souvent aussi on voit le spath calcaire recouvrir les pointes des cristaux de feldspath et de quartz que forment les filons granitiques, et quelquefois un des côtés de la fente est formé de pegmatite, tandis que l'autre consiste en spath calcaire, comme si, après avoir été d'abord remplie par le granite, la fente s'était rouverte et avait livré passage au liquide tenant en dissolution la chaux carbonatée.

Substances métalliques accidentelles de la mine de Langsev.

La mine de Langsev présente accidentellement d'autres minéraux métalliques que le fer oxydulé; on y trouve du cuivre pyriteux formant des filets minces ou des nodules, de la pyrite de fer jaune, de la pyrite blanche, et de la blende lamelleuse d'un noir-brunâtre, qui se montre généralement associée au spath calcaire; je n'ai pas observé de

galène. Il y a en outre du molybdène sulfuré et du cuivre carbonaté provenant sans doute de la décomposition du cuivre pyriteux; souvent il est en petits cristaux tapissant des géodes de la masse pyroxénique et grenatifère; c'est aussi dans cette mine que l'on a trouvé de l'or natif au XVIIe siècle.

Les parois des gîtes de fer oxydulé sont souvent imprégnées de silicates.

Ainsi que l'ont déjà remarqué MM. Hausmann, Scheerer et Daubrée, les couches de gneiss qui encaissent l'amas de Langsev et les autres gîtes d'Arendal sont fréquemment imprégnées des principales gangues silicatées, d'amphibole, de pyroxène, de grenats, etc., de manière à former alors du gneiss amphibolique, pyroxénique, grenatifère, épidotifère, etc. Très-souvent ces minéraux sont agglomérés dans de petites veines intercalées entre les strates schisteuses; souvent aussi leur association avec les éléments du gneiss est si intime, qu'ils semblent en faire partie intégrante. Il s'est alors produit, comme je l'ai indiqué dans un précédent mémoire sur le métamorphisme, une espèce d'imbibition ou de transfusion des minéraux qui accompagnent le fer oxydulé dans les roches encaissantes.

Mine de Thorbjörnsboe.

La mine de Thorbjörnsboe se trouve à 7 ou 800 mètres environ à l'ouest de celle de Langsev, sur la rive droite d'un petit lac; elle n'est pas située dans le même plan de stratification; ici le gneiss court à l'E. 40° N. et plonge de 70° au S.-E. Ce gîte est le plus puissant et l'un des plus réguliers de la contrée d'Arendal; il a une épaisseur de 15 à 16 mètres et est exploité à ciel ouvert sur une longueur de 250 mètres, et seulement sur une hauteur de 30 à 35 mètres.

Filons de pegmatite très-réguliers.

Ce qui frappe d'abord l'observateur à son entrée dans cette mine, c'est la vue de plusieurs

filons de granite à gros grains (ou pegmatite) qui, par leur couleur d'un rouge clair, tranchent nettement sur la teinte noire de la masse adjacente. On remarque surtout (*Pl. II*, *fig.* 2) deux filons très-réguliers, épais de $0^m,60$ à $0^m,65$ qui sont à peu près parallèles et inclinent de 25 à 30° au N.-E.; le supérieur se divise en trois branches faiblement divergentes.

Deux systèmes de veines de spath calcaire.

On observe en outre une grande quantité de plaques et de veinules généralement peu épaisses, formées de spath calcaire blanc ou d'un rouge clair; les unes sont rectilignes et continues, les autres sont irrégulières. Il y a eu là un champ de fractures; mais la plupart des veines se rattachent à deux systèmes principaux, l'un formé de plaques horizontales généralement peu étendues en longueur, l'autre composé de plaques presque verticales et parallèles à la paroi Nord-Ouest du gîte, celle qui est représentée par la *fig.* 2, *Pl. II*. La chaux carbonatée s'est introduite principalement suivant le mur du gîte et dans les points où les plans de contact étaient un peu écartés, elle a déposé des plaques dont le contour est sinueux et irrégulier.

Disposition du fer oxydulé et des gangues silicatées.

Le fer oxydulé est accompagné des mêmes gangues qu'à Langsev, grenats, amphibole, pyroxène, épidote, mica, etc.; tantôt le fer oxydulé semble former de petits filons au milieu de ces gangues silicatées, tantôt celles-ci constituent des espèces de veinules qui alternent ou s'enchevêtrent avec les filets ou nodules de fer oxydulé, comme on le voit *Pl. II*, *fig.* 4. En examinant les tranches mises à découvert dans la mine et les fragments qui forment les haldes, on acquiert la conviction que le fer oxydulé et ses gangues ont été en même temps à l'état pâteux et ont cristallisé à la même époque;

on comprend que la solidification n'ayant pas été également rapide dans toute la masse, les parties encore molles auront pu s'injecter au milieu de celles qui déjà avaient commencé à se solidifier. La mine de Thorbjörnsboe est un peu moins riche en minéraux que celle de Langsev; néanmoins, indépendamment des substances déjà citées, on y trouve du feldspath adulaire, de l'apatite, du sphène, de l'axinite, de l'analcime et de la gahnite ou spinelle zincifère.

Mines de Näskils.

Les mines de Näskils, situées sur le bord même de la mer, à 10 kilomètres environ au Nord-Est d'Arendal, sont remarquables par le grand nombre d'espèces minérales qu'elles renferment; ce sont aussi les mines de fer les plus profondes de la Norwège; l'une d'elles, celle de Mörefiärs, a environ 170 mètres de profondeur; une autre, celle d'Aslaks, en a 130. Ces mines ont eu autrefois une grande importance, mais aujourd'hui l'exploitation est entravée par la difficulté d'épuiser les eaux, et l'on ne pourra y porter remède que par l'installation d'une machine à vapeur.

Il y a ici une petite bande ferrifère ou un groupe d'amas lenticulaires de fer oxydulé épais de 2 à 8 mètres; le gneiss qui les encaisse est accompagné de schiste amphibolique et de calcaire lamelleux; il court à l'E. 33° N. avec pente de 68° au S.-E. Dans la mine d'Aslak j'ai observé plusieurs filons de quartz et de granite à grandes parties, qui coupent tranversalement l'amas ferreux et le gneiss encaissant; l'un des filons de pegmatite a 2 mètres d'épaisseur et paraît assez régulier. Il y a aussi des veines de spath calcaire, comme dans les autres mines d'Arendal.

Filons de porphyre noir.

Parmi les déblais répandus à la surface du sol

on remarque des fragments d'un porphyre noir contenant des grains d'un vert-noirâtre, d'apparence pyroxénique; lorsqu'il est abandonné depuis quelque temps à l'air, ce porphyre se délite et se réduit en poussière d'un gris-verdâtre; d'après ce que m'a dit le maître mineur, il provient des parties inférieures de la mine actuellement plongées sous l'eau et il forme un filon épais qui traverse le gîte. Il paraît être postérieur non-seulement à l'injection des amas ferreux, mais encore au granite à gros grains; car à peu de distance de Näskils, à Franzholmen, M. Scheerer a observé un filon de porphyre noir, semblable à celui de Näskils, qui coupe une masse de granite à gros grains intercalée dans le gueiss; ainsi ce porphyre paraît correspondre à une troisième époque d'éruption de roches feldspathiques.

Gangues principales et minéraux accidentels.

Les gangues principales qui accompagnent le fer oxydulé à Näskils sont les mêmes qu'à Langsev et à Thorbjörnsboe, seulement il m'a paru y avoir un peu moins de grenats; on y trouve aussi du talc, de l'asbeste, de l'apatite (moroxite) des zircons, du sphène, de la paranthine et de la préhnite. C'est seulement ici que l'on a trouvé l'œrstedtite, en cristaux associés à l'amphibole, au pyroxène et à l'épidote; c'est un silico-titanate de zircone, très-rare du reste, ayant une teinte violacée. Sa forme cristalline dérive, comme celle du zircon, d'un octaèdre à base carrée, et les angles des deux octaèdres sont même presque identiques; les cristaux que j'ai vus consistaient en un prisme octogone surmonté d'une pyramide quadrangulaire et présentant trois facettes sur chacun des angles de la base. Il y a ici un autre minéral rare, la *Bucklandite* ou épidote brune à bases d'oxydes de fer; elle est en

prismes rhomboïdaux associés à de l'amphibole et à de la paranthine. Le cuivre sulfuré a aussi été trouvé à Näskils.

Gisement de la Datholite, Botryolite et Babingtonite.

J'ai encore à mentionner quelques minéraux curieux, savoir la datholite et la botryolite (deux borosilicates de chaux) et la babingtonite (un silicate de chaux et de fer). Dans les mines d'Arendal on n'a trouvé jusqu'à présent la première de ces substances qu'à Nödebro, la seconde à Kienlie et la troisième à Larrestwed. La datholite se montre ordinairement sous forme de prisme rhomboïdal aplati et compliqué de plusieurs troncatures dans de petites veines qui traversent le gîte ou dans des druses et souvent en recouvrement au-dessus de cristaux de quartz; elle est aussi accompagnée de préhnite, de chaux fluatée et carbonatée. La préhnite m'a paru former généralement une zone intermédiaire entre la datholite et la masse sous-jacente; la chaux carbonatée s'entremêle avec la datholite, et la chaux fluatée est implantée sur elle en petits cristaux octaédriques. C'est dans des conditions de gisement analogues, dans des fissures et druses de la masse amphibolique et associée au spath calcaire que se trouve la botryolite à la mine de Kienlie, formant de petites boules mamelonnées et concrétionnées, à couches concentriques et à structure fibreuse.

Quant à la babingtonite, elle se montre sous forme de prisme oblique à huit faces, tantôt dans des druses feldspathiques, tantôt dans des géodes formées par l'amphibole et les autres gangues silicatées.

Fer oligiste octaédrique.

Dans la collection de M. Veibye, minéralogiste distingué de Krageröe, j'ai remarqué du fer oligiste d'Arendal, qui est cristallisé en octaèdre, et

qui paraît ne pas être une épigénie, mais un exemple de dimorphisme.

Ajoutons enfin que dans les mines d'Arendal, on a trouvé de l'argent natif, sous forme de dendrites recouvrant du spath calcaire et mélangées avec lui; nous avons déjà cité de l'or natif à Langsev.

Argent et or natifs.

Le caractère général qui distingue les minerais de fer d'Arendal, c'est leur association à une grande quantité de gangues calcifères, à des grenats, à de l'épidote, du pyroxène, de l'amphibole, et aussi à de la chaux carbonatée. Il résulte de là qu'ils sont très-fusibles et appartiennent à cette catégorie de minerais, qu'on appelle en Suède *sjelfgående* (fusibles par eux-mêmes). D'ailleurs, l'apatite y est en trop faible quantité pour détériorer les produits qu'on en retire, aussi les fers obtenus dans les usines des environs sont d'une excellente qualité; et bien qu'inférieurs sous ce rapport aux fers de Danemora, ils ont beaucoup d'aptitude à se transformer en acier. Dans ces minerais, il y a fort peu de pyrite de fer, beaucoup moins que dans ceux de Danemora; ils sont notablement moins riches que la majeure partie des minerais de la Suède; leur teneur habituelle est d'environ 40 à 45 p. 100; étant plus mélangés de gangues, ils ont besoin de subir un triage plus soigné.

Fusibilité des minerais d'Arendal.

Les principaux gîtes des environs de Philipstad, en Wermlandie, tels que Nordmarck, Age, Persberg, etc., présentent sous le rapport des gangues, qui accompagnent l'oxyde de fer, une certaine analogie avec ceux d'Arendal; on y trouve aussi abondamment de l'amphibole, du pyroxène, de l'épidote, des grenats, du mica et du spath calcaire. Il y a en outre du feldspath, du quartz,

Analogie sous le rapport des gangues entre les gîtes d'Arendal et ceux des environs de Philipstad.

du talc, de la serpentine, de la chaux phosphatée et fluatée, du sphène, de l'axinite et de l'apophyllite, du fer spathique, des sulfures de plomb et zinc, des pyrites de fer et cuivre, et de l'argent natif.

Il y a quelques minéraux que l'on rencontre accidentellement dans les mines de Philipstad, et que l'on n'a pas encore observés dans celles d'Arendal; ce sont la baryte sulfatée et carbonatée (à Taberg, près de Philipstad), le nickel oxydé, la pikrolite et la pyrosmalite à Nordmarck (la pikrolite est une variété de serpentine verte, et la pyrosmalite est un chlorosilicate de fer, d'un vert-jaunâtre, cristallisé en prisme hexagonal régulier, qui est mélangé avec l'amphibole et le fer oxydulé). Mais il y a un bien plus grand nombre de substances que l'on trouve à Arendal, et qui n'ont point été signalées dans la Wermlandie, ce sont le zircon, la gahnite, la paranthine, la datholite, la botryolite, la babingtonite, l'œrstedtite, la bucklandite, l'analcime, la préhnite, la mésotype, l'heulandite, la stilbite et l'or natif.

Différence entre les minerais d'Arendal et ceux de la Wermlandie.

Il y a aussi une différence dans la structure du minerai qui est à grains un peu gros ou lamelleux à Arendal, tandis qu'il est généralement à petits grains dans la Vermlandie. Quant aux roches encaissantes, elles ne sont pas tout à fait identiques; le gneiss qui entoure les gîtes de la Wermlandie passe fréquemment au schiste micacé et amphibolique, et il renferme souvent des bancs pétrosiliceux. C'est seulement à Taberg, qu'il est dirigé du N.-E. au S.-O. comme à Arendal, mais ailleurs il court du N. au S., ou du N.-O. au S.-E.

Mine de Solberg, près de Næs.

La coexistence d'un grand nombre de gangues dans les mines d'Arendal est très-remarquable, mais elle n'a lieu que dans la bande ferrifère qui

passe par le côté occidental de cette ville. Si l'on examine des gîtes situés à peu de distance d'Arendal, mais en dehors de cette bande, par exemple celui de Solberg, près de Nœs, on y reconnaît une bien plus grande simplicité de composition; il consiste en effet en fer oxydulé presque pur comme celui du Bispberg, massif et lamelleux, rendant de 65 à 70 p. 100 de fonte; il ne contient qu'accidentellement un peu de mica, d'amphibole ou de spath calcaire. Cependant on a trouvé disséminés dans la masse même du minerai et dans la pegmatite qui le traverse, de petits zircons assez communs dans les parties supérieures.

Roches encaissantes.

Ce gîte est d'ailleurs remarquable en ce qu'il n'est pas encaissé au milieu même du gneiss, et peut être cité comme une preuve qu'il n'y a pas de dépendance absolue entre le gneiss et les amas ferreux qu'il contient. Les épontes de la mine de Solberg consistent en un granite à petits grains, contenant des feuillets de mica noir, des grains de quartz et de feldspath gris, c'est le granite ancien de la Scandinavie. Un peu au Nord de la mine, on voit interposés dans cette roche quelques lits de gneiss, et elle tend à prendre elle-même une structure schistoïde.

Veines de Pegmatite.

L'amas de Solberg est coupé par un grand nombre de veines d'un granite plus récent, identique à la pegmatite qui traverse les gîtes d'Arendal; il contient avec les gros cristaux d'orthose un peu d'oligoclase. En certains points, cette pegmatite s'est injectée le long de la surface de contact du gîte de fer oxydulé et du granite ancien, et alors elle semble former la paroi du gîte, mais elle est certainement postérieure à la masse ferreuse, car on la voit s'y injecter de même qu'à Arendal. Dans la partie

inférieure de la mine est un filon épais de 8 mètres, dans lequel les cristaux feldspathiques en partie décomposés présentent des cavités remplies de spath calcaire.

Groupe de filons parallèles.

Le gîte de Solberg ne consiste pas en une masse unique, mais en un groupe de plusieurs filons d'une épaisseur variable et ordinairement inférieure à 1 mètre; ils remplissent des fentes parallèles dans leur direction générale, mais anastomosées et se réunissant quelquefois; il y a des veines épaisses de quelques centimètres seulement, qui offrent une rectilignité remarquable.

Mine de Stolken.

Je mentionnerai encore la mine de Stolken (*Pl. II*, *fig.* 6), située à 12 kilomètres à l'Ouest d'Öster-Risöer, sur la rive orientale du lac d'Egeland : le minerai est analogue à celui de Solberg (près de Nœs), et presque aussi riche. On trouve comme gangues accidentelles de l'amphibole, des grenats, et de la chaux carbonatée. Ici encore le granite à gros grains forme des filons dont l'un a 2 mètres d'épaisseur et coupe le gîte transversalement. La roche encaissante est un gneiss accompagné d'amphibolite schistoïde : la masse de fer oxydulé a une épaisseur moyenne de 4 à 5 mètres, mais du côté Nord elle s'élargit beaucoup et se subdivise alors en plusieurs branches alternant avec des bandes micacées et des bandes amphiboliques. Tantôt ce sont les veines d'hornblende qui semblent s'injecter au milieu du minerai magnétique, tantôt c'est le phénomène inverse, comme le montre la coupe représentée *Pl. II*, *fig.* 6. Il est clair que le fer oxydulé et l'amphibole se sont trouvés simultanément dans un état de mollesse pâteuse.

Mines de Danemora.

Maintenant je vais faire connaître quelques gîtes de fer oxydulé qui sont enclavés dans des

roches calcaires, et je commencerai par les mines renommées de Danemora : elles se trouvent dans un pays très-plat, comme l'est généralement l'Uplande, mais la surface du sol, nivelée par le dépôt erratique, est accidentée çà et là par des protubérances à formes mamelonnées. Les gîtes de Danemora affleurent sur une colline ondulée, bordée du côté occidental par un lac et ne s'élevant dans la partie où sont établies les exploitations qu'à une hauteur de quelques mètres audessus du lac.

Division des mines en trois groupes. Les mines sont divisées en trois groupes, du Nord, du Centre et du Sud (Nordra, Mellan et Södra Fältet). Le groupe central (Mellan), représenté par les *fig.* 7 à 11, *Pl. II*, est de beaucoup le plus important : c'est lui qui fournit le plus de minerai et le meilleur. Au delà des exploitations actuelles, soit au Nord, soit au Sud, il y a d'autres gîtes sur lesquels ont été faits d'anciens travaux. Tous ces amas de minerai sont situés sur un même alignement, non pas suivant un même plan de schistosité ou de stratification, mais suivant des plans très-rapprochés; ils forment une bande ferrifère longue d'environ 2.000 mètres et large de 200.

Roches encaissantes. Aux environs de Danemora on voit affleurer du gneiss, mais autour des mines la masse principale du terrain consiste en un calcaire gris, à grains fins d'un aspect faiblement cristallin, qui renferme une petite quantité de magnésie : certains bancs sont un peu schisteux et forment une espèce de calcschiste fort analogue à ces calcaires schisteux qui sont très-développés dans les terrains de transition de la chaîne des Pyrénées. Il y a encore ici des schistes argilo-calcaires, des schistes largement feuilletés, talqueux et chloriteux; il en

est même qui ressemblent à des schistes argileux modifiés. On peut aussi remarquer des couches pétrosiliceuses assez régulièrement stratifiées et qui m'ont paru avoir de l'analogie avec certaines pierres carrées compactes des bords de la Loire, dans la France occidentale. Des lits de quartz jaspé, gris et d'un rouge clair se montrent non-seulement dans les schistes, mais encore ils alternent avec des bancs de calcaire grenu.

Sur l'âge des roches schisteuses et calcaires de Danemora.

La nature et l'aspect des roches qui forment les collines de Danemora porteraient à les considérer comme un lambeau de la formation d'urthonschiefer; mais comme ces roches occupent une très-petite étendue et que près de là affleure du gneiss stratifié d'une manière analogue, il est plus probable que c'est une zone de calcaire et de schistes cristallins, feuilletés, quartzeux et pétrosiliceux, subordonnés au gneiss; d'autant plus que j'ai observé des zones analogues dans le terrain gneissique d'autres points de la Scandinavie, ainsi aux environs de Torneå, à l'extrémité septentrionale du golfe de Botnie et dans le Sud-Est de la Finlande, près du lac Ladoga.

C'est autour des anciennes mines situées dans la partie septentrionale de la bande ferrifère de Danemora que ces différentes roches se montrent le mieux à découvert : on y voit alterner des couches de calcaire grenu, esquilleux et schisteux; des couches pétrosiliceuses, dures et compactes, offrant parfois des clivages pseudorhomboïdaux, des jaspes diversement colorés, d'un gris foncé, gris-bleuâtre et rougeâtre, et enfin des couches de schiste verdâtre, luisant, tantôt compacte et tantôt feuilleté. Comme les jaspes ont une dureté beaucoup plus grande, ils résistent le mieux à la dénudation

atmosphérique et forment des arêtes aiguës.

La direction des couches, qui coïncide avec celle des gîtes, varie entre le N.-S. et le N. 30° E.; la direction dominante est dans le groupe septentrional N.-S., dans le groupe central N. et N. 30° E. et dans le méridional N. 8° E.; j'ai trouvé pour la moyenne de beaucoup de mesures N. 10° E.; le pendage est toujours à l'Ouest et très-considérable : il a pour angle moyen 72 à 75°.

Direction des gîtes et des roches encaissantes.

Les gîtes constituent des masses cylindroïdes dont l'axe est presque vertical et dont la base est allongée dans le sens de la schistosité du terrain environnant. A cause de l'espèce de soudure qui existe entre ce terrain et la matière du gîte, il est difficile de s'assurer si les amas sont intercalés dans les couches d'une manière tout à fait concordante; cependant, d'après les observations que j'ai faites à la surface, il semble que les couches adjacentes sont un peu moins rapprochées de la verticale. La profondeur maximum de la mine principale (*fig.* 11) est de 170 mètres, et le gîte ne paraît pas s'amincir ni s'appauvrir dans la profondeur; c'est l'amas le plus puissant et il a dans la partie centrale une épaisseur de 55 mètres (*fig.* 7); la largeur des autres gîtes dépasse rarement 20 mètres.

Formes et dimensions des gîtes.

Il n'y a point ici, comme aux environs d'Arendal et dans la Sudermanie, des filons de granite à gros grains, mais on observe une roche porphyrique à pâte compacte, pétrosiliceuse, enchâssant des noyaux cristallins de quartz. Sur le côté oriental des mines de Södra Fältet (*Pl. II*, *fig.* 12) cette espèce de porphyre quartzifère forme une lentille bifurquée et interposée au milieu du calcaire; ici la pâte est d'un gris-verdâtre ou noirâtre. Sur une mine récemment ouverte dans le groupe du Nord, et dont j'ai tracé la coupe horizontale *Pl. II*, *fig.* 13,

Porphyre pétrosiliceux et quartzifère.

on reconnaît que ce porphyre est postérieur aux amas ferreux, car sur la paroi orientale de cette mine on le voit former un filon transversal dirigé E.-O.; sa pâte, d'un vert-noirâtre, lui donne l'aspect d'un aphanite, mais elle est criblée de noyaux de quartz. On voit à peu de distance un autre filon porphyrique, d'un gris clair, contenant peu de quartz. Il coupe aussi les roches encaissantes et paraît être en communication avec le porphyre noirâtre; c'est donc une roche éruptive, malgré son analogie d'aspect avec les bancs pétrosiliceux associés aux couches schisteuses et calcaires. D'ailleurs la présence sur les mêmes lieux de roches porphyriques éruptives et de roches stratifiées pétrosiliceuses ne serait point un fait exceptionnel, car on observe des faits analogues dans les terrains anthraxifères de la Basse-Loire et sur d'autres points dans l'Ouest de la France.

Skölar chloriteux et serpentineux.

Le phénomène des skölar est très-développé à Danemora; les gîtes sont traversés par un grand nombre de veines ou bandes ondulées, consistant habituellement en larges feuillets chloriteux, verdâtres et luisants, quelquefois en serpentine verte. Ces veines s'entre-croisent sous des angles très-divers, comme le montre la *fig.* 14, *Pl. II*, que j'ai dessinée sur l'une des mines de Nordra Fältet; elles ont en général peu d'épaisseur et ne sont pas absolument inhérentes à la masse ferreuse, car on les voit aussi couper les couches calcaréo-schisteuses environnantes et même les filons de porphyre; elles servent d'éponte à l'un de ces filons. La chlorite tapisse les fragments produits par l'intersection des skölar; elle se trouve aussi mélangée avec le fer oxydulé et forme des nodules aplatis, feuilletés, dont la surface est quelquefois striée par glissement.

Le fer oxydulé de Danemora est caractérisé par la finesse extrême de son grain, souvent même il est presque compacte; il est d'un gris d'acier très-foncé ou d'un gris-noirâtre, et il prend une teinte plus foncée après avoir été exposé quelque temps à l'air. On y remarque plusieurs plans de division disposés de telle manière qu'il se clive en masses rhomboïdales ou polyédriques (1). Il est mélangé de feuillets chloriteux et d'une gangue calcaire qui souvent est indiscernable à l'œil et ne peut être reconnue que par des essais chimiques. Aspect du minerai de Danemora.

Ici la chaux carbonatée n'est pas seulement à l'état lamelleux, comme dans les minerais d'Arendal, elle est aussi en particules très-fines associées intimement au fer oxydulé, circonstance qui contribue à l'excellente qualité des minerais et permet de les traiter sans y ajouter de fondant. Il y a eu à Danemora une espèce de diffusion du fer oxydulé dans la masse calcaire environnante, probablement par suite d'un phénomène analogue à celui de la cémentation. La chaux carbonatée se montre aussi çà et là en cristaux ou en larges lames formant des nids et des veines qui traversent les gîtes et qui coupent aussi quelquefois les filons porphyriques. Association intime du minerai et de particules calcaires.

La pyrite de fer est beaucoup moins rare dans ces mines qu'on ne le supposerait, d'après la haute réputation des fers de Danemora. Dans le groupe septentrional (Nordra Fältet), parmi les fragments que j'ai examinés sur les haldes, il en Abondance de la pyrite de fer dans les mines du groupe septentrional.

(1) M. Hausman a reconnu par des mesures géométriques (Reise durch Scandinavien, t. IV, p. 79) que les fragments rhomboïdaux résultant des plans de division offrent en général des angles voisins de 71°, c'est-à-dire analogues à ceux de l'octaèdre régulier.

est fort peu où je n'aie reconnu de la pyrite de fer; elle est moins commune dans les mines du Centre. Comme tous les minerais sont grillés et restent exposés plus ou moins longtemps à l'air, la plus grande partie du soufre doit disparaître; néanmoins il en reste toujours un peu à l'intérieur des fragments. En examinant les minerais de Danemora et les minerais encore plus pyriteux de Herrängs, qui sont employés à la fabrication des canons en fonte de fer, en me rappelant les observations que j'ai faites dans le pays de Siegen, où le fer spathique est mélangé de sulfures métalliques, j'ai acquis la conviction que la présence d'une très-petite quantité de soufre dans les fontes, fers et aciers, est beaucoup moins nuisible à la qualité de ces matières qu'on ne le dit dans les traités de chimie et de métallurgie; et certainement on commettrait une grave erreur si l'on attribuait la brillante renommée des produits que l'on obtient à Danemora, à Åker et dans le pays de Siegen, à cette supposition que les minerais employés ne contiennent pas de principes sulfureux (1).

Minéraux accessoires.

On trouve en outre à Danemora des lames de fer spathique associées au calcaire encaissant, des grenats, de l'asbeste, de l'amphibole verdâtre, tantôt disséminée, tantôt concentrée dans des veinules. On rencontre aussi accidentellement du mispickel, de la blende et galène en nids çà et là, de la baryte sulfatée, minéral peu commun en Suède, et du bitume, formant comme au Bispberg et en d'autres mines de fer, des globules enchâssés

(1) Comme on l'a déjà fait remarquer, c'est probablement à la présence du manganèse que les minerais de Danemora et du pays de Siegen doivent leur propriété de fournir des produits très-propres à se transformer en acier.

au milieu de druses de quartz ou de chaux carbonatée. Enfin on a encore trouvé à Danemora des fragments d'un combustible minéral qui, d'après un essai fait par M. Daubrée, tend à se rapprocher de la houille.

Mines de Klackberg.

Dans la paroisse de Norberg, en Westmanie, il y a au milieu de roches calcaires, des gîtes de fer oxydulé (ceux de Klackberg) qui m'ont offert des traits de ressemblance avec Danemora; mais le calcaire est plus cristallin, tantôt grenu, saccharoïde, tantôt à lames moyennes, et souvent accompagné de fer spathique; on y remarque des nids de mica gris et vert, d'asbeste blanche, soyeuse, et des masses radiées d'actinote. Il y a plusieurs amas faisant partie d'une bande ferrifère dirigée E. 40° N.; les uns sont verticaux, les autres plongent de 75° au N.-O.

Grand developpement des skölar.

Dans quelques-unes des mines, le phénomène des skölar ou veines chloriteuses est encore plus développé qu'à Danemora; ces plaques courbes s'étendent sur 25 à 30 mètres de longueur, les unes disposées dans le sens des couches, les autres coupant obliquement les amas de minerai et les roches calcaires. Elles sont en général ondulées, parfaitement lisses et striées; la chlorite qui les forme passe au talc et à la serpentine.

Minerai et gangues.

Une autre analogie entre les mines de Klackberg et celles de Danemora consiste en ce qu'il y a aussi à Klackberg un porphyre d'un gris foncé, à pâte pétrosiliceuse, contenant beaucoup de petits cristaux de quartz. La plupart des gîtes de la paroisse de Norberg offrent un mélange de fer oxydulé et oligiste; mais à Klackberg, il n'y a que du fer oxydulé, à grains fins comme celui de Danemora, et souvent aussi mélangé intimement avec le calcaire; il est fréquemment accompagné de grenat,

d'hornblende verte en masses lamelleuses; et l'on remarque des filets de pyrite cuivreuse qui paraissent en général se trouver au voisinage des sköler.

Calcaire avec filons de fer oxydulé d'Oppivara en Finlande.

Il y a aussi en Finlande du fer oxydulé au milieu du calcaire cristallin et je citerai comme une localité remarquable, la carrière d'Oppivara, près d'Imbelax, sur le côté Nord-Est du lac Ladoga: Ici le calcaire est à larges lames, accompagné de micaschiste dirigé du N.-E. au S.-O, et il est en contact avec le granite. Dans la masse calcaire se ramifient et se fondent des veines et nodules serpentineux de diverses couleurs, tantôt d'un jaune clair ou d'un jaune foncé, et tantôt verts; on y voit (*Pl. III, fig.* 15) aussi de nombreux filons de fer oxydulé, mélangé d'une matière verte, grenue, qui est probablement pyroxénique (?). Autour et à l'intérieur même des filons de fer oxydulé, serpentent des filets et mouches d'idocrase, en petits cristaux jaunes demi-transparents; et l'on trouve aussi de la chaux fluatée bleuâtre. La disposition branchue et ondulée des filons de fer oxydulé montre que cette matière s'est injectée dans un état de mollesse pâteuse; les veines de serpentine doivent être antérieures au fer oxydulé, car elles sont coupées par lui.

Mines de Taberg en Smâlande.

Examinons maintenant les gîtes où le fer oxydulé est associé à des diorites ou roches amphiboliques enclavées dans le gneiss : le Taberg de la province de Smâlande nous offre un type de ce genre. A 13 kilomètres environ au Sud de Jonköping est une montagne allongée du N.-N.-O. au S.-S.-E., s'élevant à environ 335 mètres au-dessus de la mer, et composée de diorite intimement mélangée de fer oxydulé. Cette masse ferrifère est, comme les autres amas de minerai de la Scandinavie, enclavée dans du gneiss qui court à peu près parallèlement à l'axe du Taberg. Dans

toute l'étendue de la montagne, la diorite est imprégnée de fer oxydulé à grains fins, bien que le minerai se trouve concentré en certaines parties sous forme de veines : son association intime avec l'amphibole et le feldspath lui donne un aspect porphyrique et le rend beaucoup plus pauvre que ne sont en général les minerais de fer de la Suède; sa teneur surpasse rarement 30 à 35 p.°/₀. Le Taberg est traversé, suivant différentes directions, par des veines et filons peu épais de spath calcaire et de dolomie; souvent dans ces filons, il y a d'un côté de la serpentine et de l'autre de la chaux carbonatée.

Mines de Rylshyttan.

Le fer oxydulé de Rylshyttan, que l'on exploite à peu de distance des mines de cuivre de Garpenberg en Dalécarlie, est associé à des masses d'amphibolite interposées verticalement dans du micaschiste et du gneiss. Ce minerai est à petits grains, contenant un peu de pyrite de fer jaune, de pyrite magnétique et des grenats; il est entremêlé au milieu de lames d'amphibole et coupé en divers sens par de nombreuses veines ou skölar de serpentine d'un vert-jaunâtre et de chlorite verdâtre, lisse et striée, mélangée de feuillets talqueux et micacés; il y a aussi des veines d'asbeste blanche, soyeuse, de 1 à 2 centimètres d'épaisseur.

Mines des environs de Finspång.

Je puis encore citer plusieurs gîtes des environs de l'usine à fer de Finspång, en Ostrogothie, où j'ai vu le fer oxydulé imprégner des masses d'hornblende interposées dans le gneiss : ici, comme à Arendal et comme dans la Sudermanie, les gîtes sont traversés par des veines irrégulières de granite à grandes parties, présentant de larges lames d'oligoclase et d'orthose d'un rouge clair, de longs prismes de tourmaline noire, du mica,

de l'hornblende et du quartz rouge de sang.

Filons de fer oxydulé dans le diorite à l'île Langö.

Les mines de l'île Langö, situées près de Krageröe, sur la côte sud-ouest de la Norwège, que j'ai visitées avec M. Veibye, méritent d'être citées ici, parce que l'on y exploite des filons nettement caractérisés, encaissés dans une roche dioritique à petits grains, qui consistent en un mélange d'amphibole verdâtre et d'un élément feldspathique blanc, offrant l'apparence de l'albite.

Filon principal.

Le filon sur lequel sont ouvertes les mines principales, Grevina Vedel, Frau-Anker, etc., est situé sur la côte occidentale de l'île, et court du N. 35° E. au S. 35° O., avec pente de 75° au S.-O.; il se rapproche de la direction des gîtes d'Arendal : son épaisseur moyenne ne surpasse pas 2 mètres; mais il est connu sur une étendue en longueur d'au moins 2.000 mètres. Le minerai est riche, à grains moyens; c'est du fer oxydulé mélangé d'un peu d'amphibole, et présentant beaucoup de cristaux octaédriques : le diorite qui encaisse le filon en est lui-même imprégné. On trouve aussi çà et là des nids de spath calcaire et de quartz, ainsi que des mouches de cuivre pyriteux.

Au voisinage du filon, on observe un mélange de calcaire et de lames d'albite, ainsi qu'une roche quartzeuse présentant çà et là des druses tapissées de cristaux de quartz et des ganglions de fer oligiste bleuâtre et irisé, qui donnent à la masse un aspect tigré.

Sur la côte orientale de l'île Langö, il y a dans le diorite un autre filon de fer oxydulé, connu sur 1 kilomètre de longueur et dirigé O. 30° N.; ici la roche amphibolique est traversée par un grand nombre de veinules d'épidote. L'île Langö renferme, en outre, quelques gîtes de fer oligiste seul et mélangé de fer oxydulé; mais, au lieu de

former des filons dans la diorite, ils sont interposés entre des couches de gneiss, de schistes quartzeux et micacés.

Mines de fer du Midi de la Finlande.

Les mines de fer que j'ai visitées dans le Midi de la Finlande, aux environs d'Helsingfors, appartiennent, en général, à la classe de gîtes que je décris maintenant : ce sont des amas de fer oxydulé interposés dans le gneiss, et associés à des diorites ou roches amphiboliques. Tantôt la masse qui sert de gangue au minerai est composée principalement d'amphibole; tantôt elle offre un mélange d'hornblende et de divers silicates : alors les gîtes tendent à se rapprocher de ceux des environs d'Arendal en Norwège et de Philipstad en Suède; mais il est rare que les gangues y soient aussi variées, et l'amphibole y est presque toujours prédominante. Les minéraux silicatés qui accompagnent le plus habituellement le fer oxydulé, sont, outre l'amphibole, les grenats, le pyroxène, l'épidote, le mica, la chlorite et le talc; il y a souvent aussi du spath calcaire, mais en petite quantité. Le quartz et le feldspath sont abondants; mais ils se rattachent habituellement au granite qui est en contact avec les gîtes et qui s'y ramifie. Quant à l'arrangement des différentes substances formant le cortége du fer oxydulé, il est tout à fait le même qu'en Suède et en Norwège; aussi je n'ajouterai rien aux détails que j'ai déjà donnés sur ce sujet.

Les coupes représentées par les *fig.* 16, 17, 18 et 19, *Pl. III*, démontrent avec évidence les relations qui existent entre les masses de fer oxydulé, la diorite, le granite et le gneiss; on y voit le granite moderne, à gros grains, passant à la pegmatite, s'injecter et se ramifier dans tous les sens au mi-

lieu du fer oxydulé et de la roche amphibolique à laquelle il est associé; les feuillets du gneiss sont ordinairement ondulés et contournés autour des masses ferreuses granitiques.

Il n'y a pas de démarcation tranchée entre les amas enclavés dans les schistes cristallins et ceux où le fer oxydulé fait partie de roches dioritiques.

Je dois faire observer d'une manière générale que beaucoup de gîtes, sans être incorporés dans des diorites proprement dits, ont pour gangue principale de l'hornblende, de façon qu'il n'y a pas de démarcation bien tranchée entre les amas enclavés dans les schistes cristallins et ceux où le minerai fait partie de roches dioritiques aussi interposées dans le gneiss. D'ailleurs j'ai remarqué, en Scandinavie et en Finlande, que très-souvent il y a du fer oxydulé disséminé à l'intérieur des diorites; et plus récemment, en examinant un grand nombre de roches amphiboliques de diverses contrées, j'ai reconnu que presque toutes sont magnétiques, et renferment du fer oxydulé.

Gîtes de fer oligiste mélangé de fer oxydulé et quelquefois seul.

Mines de fer d'Utö.

Parmi les mines de fer qui produisent du fer oligiste mélangé de fer oxydulé, je citerai en première ligne les mines d'Utö, à cause de leur importance et de la célébrité qu'elles ont acquise comme gisement de minéraux lithinifères. L'île d'Utö est située au S.-E. de Stockholm, entre les îles Ornö et Åhla, à 28 kilomètres environ de *Dalarö*; elle fait partie du groupe de petites îles qui forme l'archipel de Stockholm. Le sol y est composé de gneiss mélangé de granite et renfermant des couches de schiste micacé et de calcaire cristallin.

Nature des roches encaissantes.

Les amas d'oxyde de fer se trouvent dans la partie septentrionale de l'île; ce n'est point

dans du gneiss qu'ils sont enclavés, mais dans des couches de schiste micacé, de quartz grenu d'un éclat gras et corné, d'un gris foncé et souvent jaspé, de schiste pétro-siliceux, de calcaire grenu et à petites lames, que j'ai reconnu comme étant dolomitique; souvent ce calcaire est entièrement mélangé de petits feuillets micacés et de lames allongées d'amphibole trémolite. Un peu au Sud des mines, j'y ai aussi observé de beaux cristaux de paranthine.

Direction des gîtes et des roches adjacentes.

Les roches encaissantes sont donc de natures variées; mais, au contact même de la masse ferreuse, ce sont les couches quartzeuses qui prédominent, et la silice est quelquefois colorée en rouge par du peroxyde de fer. Leur direction moyenne est du N.-E. au S.-O., à peu près parallèle à l'axe longitudinal de l'île d'Utö, et le pendage est de 70° à 75° au N.-O. L'amas principal (*fig.* 20 à 21) est enclavé dans les couches, et présente la même direction; mais, ainsi qu'on le voit sur la coupe verticale (*Pl. III, fig.* 21), il a une inclinaison de 80 à 90°; c'est-à-dire sensiblement plus voisine de la verticale que celle des couches; circonstance que j'ai déjà observée à Danemora; ces gîtes ne semblent donc pas être exactement interstratifiés dans les roches qui dépendent de la formation gneissique.

Forme et dimensions du gîte principal.

Le gîte principal est très-étendu et se montre béant comme une large crevasse sur une longueur de 300 mètres; sa largeur dans la mine de Nyköping est d'environ 40 mètres; mais dans les autres mines (Lång, Finngruva, etc.), elle devient inférieure à 20 mètres, et paraît aller en diminuant de plus en plus vers le Nord-Est (*fig.* 21); alors il y a des masses de minerai latérales. Dans une partie de son étendue, le gîte ressemble à un filon-couche ou à une

grande plaque lenticulaire interposée verticalement dans le terrain; mais à la mine de Nyköping, il se présente comme un amas à contour irrégulier et à axe vertical. Les travaux actuels ont atteint une profondeur de 160 mètres, dont 60 environ au-dessous du niveau de la mer; les parois du gîte sont en divers endroits polies et striées par glissement, et les couches situées du côté Nord-Ouest sont recourbées horizontalement en arc de cercle.

Fer oligiste d'Utö.

La majeure partie du minerai d'Utö consiste en fer oligiste, à petites écailles bleuâtres, disposées parallèlement au plan de schistosité des couches encaissantes; de façon que la masse a une structure schisteuse, et en l'examinant de près, on voit alterner avec le fer oligiste des lits ou rubans très-minces formés de quartz grenu d'un gris foncé et souvent coloré en rouge. Cette succession de bandes feuilletées d'oxyde de fer et de quartz donne à la masse une certaine ressemblance avec l'itabirite du Brésil ou avec un schiste quartzeux micacé, dans lequel les feuillets de mica auraient été remplacés par des écailles d'oligiste. On voit aussi des veines rubanées, sinueuses et contournées d'un quartz jaspé, qui ont été déjà signalées par M. Daubrée.

Fer oxydulé.

Le fer oxydulé est à Utö en proportion moindre que l'oligiste; il forme tantôt des veines à part, tantôt de petites bandes qui alternent avec celles d'oligiste; tantôt enfin les deux oxydes, intimement mélangés, forment une masse à grains fins qui est magnétique et présente la râpure rouge.

Gangues et minéraux accessoires.

La gangue du minerai d'Utö est principalement quartzeuse; il est accompagné accidentellement de

mica, d'amphibole, de chaux carbonatée et quelquefois de chaux fluatée. On trouve aussi çà et là un peu de pyrite jaune et de pyrite magnétique, du mispickel, du cuivre pyriteux, des sulfures de zinc, plomb et cuivre disposés sous forme de mouches, nids et veinules. On a rencontré aussi de l'argent natif disséminé dans le cuivre sulfuré et dans l'oxyde de fer.

Gisement de l'apophyllite et de la datholite.

Les minéraux curieux qui ont rendu célèbre le gîte d'Utö ne font pas essentiellement partie de la masse ferreuse; l'apophyllite se trouve dans des veines qui la traversent et qui contiennent en outre de l'argile, du quartz, de la chaux carbonatée et de la pyrite de fer; l'une de ces veines a été reconnue sur une longueur de près de 50 mètres. Sur la paroi inférieure (*Pl. III, fig.* 22), on a une masse de petites prismes hexagonaux de carbonate de chaux qui est recouverte par une zone de 2 à 3 centimètres d'épaisseur d'apophyllite à grandes lames, translucide, grise ou d'un rouge clair. Ensuite vient une zone de spath calcaire lamelleux à la surface duquel on voit saillir des prismes hexagonaux de la même substance, recouverts d'une pellicule très-mince de pyrite de fer irisée, en cristaux miscroscopiques, présentant l'aspect d'un dépôt électro-chimique. La datholite est beaucoup plus rare que l'apophyllite, elle se trouve aussi dans des fissures où elle est associée à de la chaux carbonatée. Ce dernier minéral affecte des formes très-variées, et se montre cristallisé non-seulement en prisme hexagonal, mais aussi en rhomboèdres et dodécaèdres.

Gisement des minéraux lithinifères : pétalite, triphane et mica lépidolite.

Les minéraux lithinifères se trouvent exclusivement dans un filon de granite à très-grandes lames que j'ai représenté sur le plan de surface (*Pl. III,*

fig. 20); il a de 3 à 4 mètres de largeur, et forme comme une cloison entre les deux mines de Nyköping et Ribbings. Il renferme d'énormes lames d'orthose ayant jusqu'à 3 décimètres de largeur, et accompagnées de mica blanc qui est souvent cristallisé en prismes à six faces; çà et là se voient de grands cristaux de pétalite blanc et de triphane d'un vert clair, du mica lépidolite, du manganèse silicaté à teinte rosée, de la tourmaline noire en masses fasciculaires, de la tourmaline bleue (indigolite), si abondante en certaines parties que la roche en semble lardée; elle se montre au milieu du quartz de même qu'au milieu de l'orthose ou du triphane. On a trouvé aussi de la tourmaline rose et de l'étain oxydé, mais en quantité très-minime. Tous ces minéraux sont enchevêtrés les uns dans les autres et se pénètrent mutuellement, de sorte qu'ils ont la même origine et ont dû se former à peu près en même temps. C'est par une opération de départ et de cristallisations simultanées que le magma s'est divisé en minéraux définis; néanmoins le pétalite semble former parfois de petites veines qui se fondent sur les côtés avec la masse adjacente; il y a des fissures tapissées de chaux fluatée violette qui est plus récente. On remarque auprès du filon granitique principal d'autres veines moins épaisses et d'une composition analogue, qui en sont sans doute des branches.

Mine de Långbanshytta.

Le fer oligiste se trouve rarement au milieu même de roches calcaires; cependant à la mine de Långbanshytta, le gneiss renferme une masse dolomitique à grains fins, où une portion des éléments est souvent remplacée par des carbonates de fer et manganèse; et, d'après Hisinger (1), c'est

(1) Versuch einer Mineralogischen Geographie von Schweden, p. 173.

au milieu de cette masse que l'on exploite le minerai de fer, partie à l'état de fer oligiste, partie à l'état de fer oxydulé; il forme des nids ou rognons dont les uns sont à peu près verticaux et les autres inclinés de 40 à 30°. On trouve encore à Långbanshytta des carbonates et silicates de fer et manganèse, de la pyrite de fer cubique, du spath calcaire, de l'arragonite, du gypse rayonné, de l'épidote, du pyroxène, des grenats, de la paranthine, de la serpentine noble, de l'anthracite et du bitume.

Les mines de Bastnäsberg, en Westmanie, que l'on a aujourd'hui délaissées pour la plupart, sont renommées en Suède par la présence des minéraux cériés, comme celles d'Utö, à cause des minéraux lithinifères; cependant les premiers sont plus rares à Bastnäs que les seconds à Utö; ils se trouvent dans des gîtes ferro-cuprifères, contenant principalement du fer oligiste écailleux, avec un peu de fer oxydulé; le minerai est accompagné de pyrites de fer et de cuivre, de sulfures de molybdène et de cobalt, d'amphibole, de mica, de talc et d'asbeste. On y trouve aussi, comme substances accidentelles, du bitume, du bismuth telluré, du fluorure de cérium hydraté, de la cérite ou hydrosilicate d'oxyde de cérium, de l'allanite ou silicate quadruple d'alumine, chaux, oxydes de cérium et de fer, et du carbonate d'oxyde de cérium observé par Hisinger en recouvrement sur la cérite. Ces substances ne se trouvent qu'en très-minime quantité, et généralement dans de petites fissures de la masse ferreuse. Mine de Bastnäsberg.

Les mines des paroisses de Norberg et de Grangjärde (*Pl. III, fig.* 24 et 23) sont excessivement nombreuses et ont une grande importance à cause de leur forte production; les premières livrent Mines de Norberg.

annuellement aux usines à fer des environs 250.000 quintaux métriques de minerai, et les secondes 460.000 quintaux métriques. Les principaux groupes de mines de la paroisse de Norberg (*Pl. III, fig.* 24) sont situés au N.-N.-E. du bourg et se trouvent enclavés dans des couches de micaschiste subordonnées au gneiss, et offrant une alternance de lits quartzeux et de lits micacés. La direction des couches varie entre le N.-N.-E. et l'E.-N.-E., leur pendage est presque vertical et plus généralement au N.-O. qu'au S.-E. Les gîtes consistent en d'énormes lentilles cylindroïdes à axe vertical, dont l'épaisseur varie de 10 à 30 mètres, et qui ont une étendue en longueur de plusieurs centaines de mètres.

Je n'ai point vu ici de filons granitiques, mais j'ai remarqué dans une des mines une veine d'aphanite, et j'ai aussi observé beaucoup de filons de quartz ramifiés, qui traversent les amas de minerai, les uns horizontalement, les autres verticalement. Le phénomène des skölar est peu marqué; cependant on voit quelques veines de chlorite et de serpentine.

Nature du minerai. Le minerai consiste généralement en une association de fer oligiste et de fer oxydulé, disposés comme à l'île d'Utö et mélangés de lits ou filets quartzeux ; il y a en outre des veines lenticulaires de quartz blanc, hyalin ou compacte. Souvent on voit de gros noyaux de fer oxydulé lamelleux ou cristallisé, enchâssés au milieu d'une masse de fer oligiste, et quelquefois c'est l'inverse : dans certaines mines le fer oligiste prédomine, dans d'autres c'est le fer oxydulé.

La gangue est principalement quartzeuse, néanmoins le minerai est accompagné de mica, d'am-

phibole, de pyroxène, d'épidote, de grenats et d'asbeste; quelquefois on trouve dans des druses des cristaux de feldspath et de quartz. La chaux carbonatée est ici peu commune; on rencontre parfois de la chaux fluatée, du bitume et divers sulfures de fer, zinc, plomb, molybdène et bismuth, ainsi que de la pyrite cuivreuse.

Dans toute la Suède, la paroisse de Grangjärde (*Pl. III, fig.* 23) est celle qui renferme le plus grand nombre de mines de fer : il y a plusieurs collines appelées Risberg, Strandsberg, Grangesberg, Omberg, etc., sur lesquelles affleurent des groupes de gîtes analogues à ceux de la paroisse de Norberg; ils sont aussi enclavés dans des couches de micaschiste subordonnées au gneiss, dirigées du N.-E. au S.-O. et plongeant au S.-E. Mines de Grangjärde.

Le minerai est très-riche, composé de fer oxydulé et de fer oligiste, mais il renferme presque constamment des grains d'apatite, dont la présence suffit pour détériorer la qualité des fers qui en proviennent, et qui sont presque toujours phosphoreux. Dans ces gîtes, on trouve aussi de l'amphibole, des grenats, de l'épidote, du mica, du talc, de la chlorite, du feldspath cristallisé, de la chaux fluatée octaédrique, de l'alumino-silicate de fer en fibres vertes, radiées, et des druses de quartz dont l'intérieur est rempli par de la chlorite, par du spath calcaire, du bitume, du cuivre pyriteux et sulfuré. Du reste, la paroisse de Grangjärde renferme plusieurs anciennes mines de cuivre et de plomb argentifère.

Je mentionnerai ici les mines de Gellivara, que je n'ai pas visitées, mais dont j'ai vu en Suède des collections très-détaillées. Le minerai de fer constitue à Gellivara une véritable montagne si- Mines de Gellivara.

tuée sous le 67e degré de latitude et occupant la partie centrale de la vaste région comprise entre le Torneå et le Luleå-Elv; elle a près de 4.000 à 5.000 mètres de longueur sur 2.000 à 3.000 mètres de largeur, mais elle ne paraît pas être entièrement composée de minerai; celui-ci forme des masses d'épaisseur variable, séparées par des bancs d'un mélange de gneiss et de granite. Il y a ici, comme dans beaucoup d'autres mines de la Scandinavie, des veines de pegmatite à gros grains qui tantôt sont interposées entre les masses de minerai, et tantôt les coupent. Ici le fer oxydulé prédomine; il est à grains moyens, souvent cristallisé en octaèdres; le minerai est très-riche, et beaucoup des échantillons que j'ai vus étaient susceptibles de se désagréger et de tomber en sable, comme cela arrive souvent pour les minerais presque purs, tels que ceux de Bispberg, d'Ierna, etc. Ce caractère particulier aux minerais les plus riches est analogue à celui que présentent le grenat colophonite et le pyroxène coccolite d'Arendal; il provient probablement de la contraction que ces matières ont éprouvée en se refroidissant.

Nature et qualité du minerai de Gellivara.

A Gellivara, le fer oxydulé est souvent mélangé de fer oligiste en proportions très-diverses, et l'on y exploite même du fer oligiste presque pur. Les minerais de cette localité ont, comme ceux de Grangjarde, le défaut de contenir un peu de chaux phosphatée; ils sont accompagnés d'amphibole, de mica, de feldspath, de quartz, d'épidote et d'asbeste, et quelquefois de corindons. J'ai aussi remarqué dans ces minerais de larges lames d'oligoclase, associées à l'hornblende.

La grande distance qui sépare Gellivara de la mer, l'absence de bonnes routes et de voies navi-

gables, empêchent l'exploitation de ce gîte puissant et celle des autres gîtes de la Laponie, de prendre le développement qu'elle acquerrait, si leur situation était plus favorable sous le rapport des débouchés.

Parmi les mines de fer oligiste que renferme la Norwège, je citerai d'abord celle de Hassel située à environ 2.500 mètres au Nord de l'usine à fer du même nom, sur le flanc occidental de la vallée du Drammen-Elv; on y exploite un amas lenticulaire large de 4 à 5 mètres et reconnu sur une longueur de 250 mètres à 300 mètres. Il est encaissé dans un gneiss très-quarzeux et offre un exemple remarquable de la tendance du fer oligiste à s'associer aux schistes cristallins; c'est moins un amas de minerai de fer qu'une assise de couches schisteuses, imprégnées de fer oligiste et d'une très-petite quantité de fer oxydulé. A Utö, Norberg et autres mines, on observe une manière d'être analogue, c'est-à-dire une association intime du fer oligiste avec des schistes quarzeux, mais l'oxyde de fer est encore assez concentré pour former un minerai riche de 40 à 50 p. o/o, tandis qu'ici la teneur varie entre 20 et 33 p. o/o; aussi est-on obligé de trier le minerai, d'en bocarder et laver une partie. Mine de Hassel.

Ce minerai paraît être en relation avec une roche dioritique composée d'amphibole, d'orthose et d'albite ou oligoclase, qui s'est injectée au milieu des schistes cristallins et qui est elle-même imprégnée d'oxydes de fer; mais il est remarquable qu'à l'intérieur de la diorite le fer oligiste ne se montre pas généralement avec une forme écailleuse, comme si la texture massive de la diorite avait été moins favorable au développement de la forme Relation du minerai avec une roche dioritique.

feuilletée du fer oligiste que la structure fissile des schistes quartzeux et micacés.

Sur la paroi orientale de la mine de Hassel, on observe dans la diorite des veinules de pegmatite et des rognons feldspathiques rouges, à surfaces ondulées, dont l'intérieur est formé par un noyau concentrique de quartz blanc, épais de 2 à 3 centimètres; près de là beaucoup de fragments de gneiss sont empâtés dans la diorite. On observe en outre quelques veines de quartz cristallisé et de spath calcaire blanc, avec cristaux de pyrite de fer, qui traversent le gîte et les roches encaissantes.

Mine de Carlstadt, fer oligiste à gros grains.

Dans plusieurs mines de la Norwège, on extrait du fer oligiste, non mélangé de fer oxydulé, et remarquable en ce que au lieu de présenter la forme écailleuse ou micacée, il se montre en grains rhomboédriques. C'est ce que l'on observe à la mine de *Carlstadt*, près de Krageröe, sur la côte Sud-Est de la Norwège ; il y a plusieurs filons-couches, épais de 30 centimètres à 2 mètres, interposés entre des couches de gneiss très-micacé, suivant la direction E. 35 N. Ils sont coupés, comme les gîtes des environs d'Arendal, par des veines de granite à gros grains, contenant un peu de tourmaline mélangée avec de larges lames d'orthose blanc et rouge, et renfermant de très-grands cristaux de fer oligiste.

Ce minerai est à gros grains rhomboédriques, riche en certaines parties, ailleurs pauvre et mélangé d'une grande quantité de mica et d'amphibole verdâtre; j'y ai aussi observé du pyroxène.

Mines de fer oligiste à l'île Langö.

A l'île Langö, où nous avons déjà cité des filons de fer oxydulé dans la diorite, il y a aussi des gîtes de fer oligiste enclavés dans les schistes cristallins, présentant les uns du minerai écailleux,

les autres du fer oligiste grenu. D'après un renseignement qui m'a été donné par M. Veibye, il y a dans cette île d'anciennes mines où un côté du gîte est formé de fer oligiste et l'autre de fer oxydulé.

M. Hausman a signalé aux environs de Porsgrund, à Ulefoss, dans la même contrée (1), un gîte de peroxyde de fer formant comme un chapelet de nids enclavés dans un gneiss très-riche en feldspath et lui-même imprégné de minerai : le fer oligiste est sous forme d'écailles et d'hématite rouge à structure fibreuse, il est accompagné de chaux carbonatée formant quelquefois des druses à l'intérieur desquelles se trouve du fer hydroxydé aciculaire. Mine d'Ulefoss.

Gîtes de fer oxydulé contenus dans la formation d'Urthonschiefer.

Les gîtes de fer oxydulé ne se rencontrent pas seulement dans le terrain gneissique, mais aussi dans des schistes chloriteux et micacés dépendant de la formation d'Urthonschiefer, qui est très-développée aux environs de Drontheim et qui, comme nous l'avons exposé, est plus récente que la formation gneissique, mais antérieure aux terrains palœozoïques de la Scandinavie. Je donnerai peu de détails sur ces gîtes, parce qu'ils sont peu développés et offrent des caractères tout à fait semblables à ceux qui sont enclavés dans le gneiss.

En parcourant le massif du Dovrefield, j'y ai observé principalement dans la partie occidentale des veines de fer oxydulé interposées dans des Mines de fer oxydulé de la province de Drontheim.

(1) Reise durch Scandinavien, t. II, p. 222.

schistes feuilletés, micacés et chloriteux ; avec le fer oxydulé, on trouve de l'amphibole et des grenats. Ici on n'en tire pas parti, mais des veines analogues sont exploitées ailleurs pour alimenter le haut fourneau de Mostadmarkens, situé à 14 kilomètres à l'Est de Drontheim : près de cette usine, à Gröalie, il y a une mine de fer oxydulé dans des schistes chloriteux passant au schiste argileux, et à Ormlie, dans le Ranenfiord, sous le 67e degré de latitude, il existe, d'après Vargas Bedemar (1), un gîte de la même substance au milieu du schiste micacé et amphibolique, accompagné de bancs calcaires : avec le fer oxydulé se trouve une grande abondance de carbonate de chaux, ce qui rend le minerai très-fusible : il y a aussi de l'actinote verte et des grenats.

DEUXIÈME DIVISION. — *Gîtes de minerai de fer enclavés dans des roches de la formation paléozoïque.*

On trouve dans les terrains de transition les mêmes métaux que dans les schistes primitifs.

Il est remarquable que les roches de la période palœozoïque renferment les mêmes métaux que les schistes cristallins non fossilifères, qui remontent à une époque plus ancienne ; de plus ces métaux s'y trouvent dans les mêmes états de combinaison : ainsi on observe dans ces deux ordres de terrains du fer oxydulé et oligiste, du cuivre pyriteux, du cobalt gris, de la blende et de la galène argentifère. Ces minerais ne forment généralement, dans les terrains palœozoïques, que des gîtes de contact ; ils se trouvent à la séparation des

(1) Reise nach dem hohen Norden, t. II, p. 267.

dépôts stratifiés et des roches granitiques de la même période.

Gîtes de fer oxydulé situés au contact du granite et des schistes siluriens endurcis.

M. Keilhau a montré (1) qu'il existe dans le midi de la Norwège des gîtes de fer oxydulé sur beaucoup de points de la zône de contact ; ils adhèrent plus fréquemment aux schistes ou aux calcaires modifiés qu'au granite. Beaucoup ont été exploités, mais la plupart des mines ont été abandonnées à cause de leur peu d'importance : je vais citer ici les principales, en allant du sud au nord. Un peu au-dessus de la petite ville de Skien, se trouvent les mines de fer oxydulé de Bödker, Meisholt et Teig ; un peu au nord du lac Eger, entre Kongsberg et Drammen, sont celles de Krambedals, ouvertes comme les précédentes sur la ligne même de séparation du granite et des schistes siluriens endurcis.

Mines de Bogen.

Les mines de Bogen, situées dans la vallée de Sande, entre Holmestrand et Drammen, se trouvent à la séparation du granite et du calcaire silurien, grenu, renfermant encore des traces de pétrifications ; un peu plus loin, au N.-N.-O., les mines d'Egeberg et celles de Strömsö (au midi de Drammen) affectent la même position géologique. Dans ces mines, le fer oxydulé est très-souvent accompagné de grenats à base de chaux, formés probablement aux dépens de la roche encaissante.

Mines d'Aaserud.

Les mines d'Aaserud, qui sont encore l'objet d'une exploitation importante, m'ont offert des particularités intéressantes : le plan dont je donne un extrait (*Pl. III, fig.* 26 et 27) m'a été communiqué par M. Langberg, directeur de la monnaie de Kongsberg. Le gîte d'Aaserud se trouve peu éloigné

(1) Gea Norvegica, p. 61.

du granite, mais il est en connexion intime avec une roche amphibolique; par ce trait d'analogie, il se rapproche de certains gîtes enclavés dans la formation gneissique. Le minerai de fer est concentré autour d'une masse de diorite composée de plusieurs branches qui traversent le calcaire, et qui offrent plusieurs variétés d'aspect. En certaines parties, on y distingue nettement des lames feldspathiques blanchâtres, qui sont probablement de l'albite; ailleurs la diorite est compacte et ressemble à un aphanite verdâtre. Çà et là, au milieu de la masse, on observe des globules sphéroïdaux, de 1 à 3 millimètres de diamètre, formés d'épidote rayonnée et présentant une auréole concentrique et très-mince d'épidote compacte.

Dissémination du fer oxydulé dans la diorite et dans le calcaire.

Le fer oxydulé à grains fins imprègne la diorite, et est évidemment en relation avec lui; en outre, il remplit des espèces de poches dans le calcaire adjacent, et il imprègne aussi ce calcaire, de façon qu'une portion du minerai est à gangue amphibolique, et l'autre à gangue calcaire. On peut observer ici comme à Danemora un mélange intime du calcaire et du fer oxydulé; comme le calcaire est certainement de l'époque silurienne, et renferme à peu de distance de là des débris organiques, on a ici un exemple incontestable de la propriété que possède le fer oxydulé de subir une diffusion dans les roches calcaires.

Minéraux accessoires.

L'épaisseur de la masse ferreuse varie de 1 à 5 mètres; dedans et à l'intérieur de la diorite, on voit parsemés çà et là quelques grains de cobalt gris, dont une portion est transformée en cobalt arséniaté, couleur fleur de pêcher. La pyrite de fer est ici fort abondante; il y a aussi un peu de pyrite cuivreuse, et l'on a trouvé accidentellement de l'axinite.

Le calcaire environnant est cristallin, grenu, mélangé de parties lamelleuses, dans lesquelles on voit de beaux cristaux octaédriques de fer oxydulé. Des veines de chaux carbonatée partant de ce calcaire, traversent l'amas de fer oxydulé ainsi que la roche dioritique.

A peu de distance de là, sont les mines de Narverud, où le fer oxydulé forme un amas allongé suivant la surface de jonction du granite, et d'un ensemble de couches de calcaire cristallin et de schiste endurci. Le minerai est accompagné de grenats, de pyrites de fer et de cuivre, et l'on a trouvé dans cette mine du sulfure de bismuth. Mines de Narverud.

A l'Ouest de l'extrémité méridionale du Holsfiord, l'une des branches du grand lac qu'on nomme le Tyrifiord, se trouve la mine de fer de Hörte située au contact du granite et des schistes endurcis : ici, d'après M. Keilhau(1), le fer oxydulé est accompagné d'Helvine, et l'on y trouve en outre du molybdène sulfuré et de la chaux fluatée. Mine de Hörte.

C'est aussi près de la limite du granite et des schistes silicifiés que se trouvent plusieurs mines de fer entre Christiania et le lac Miösen, dans les paroisses de Hakkedal et de Nannestad ; il y en a aussi dans celle de Feiringen, à l'Ouest de l'extrémité méridionale du lac Miösen : les mines de Pauls, les plus importantes de cette région, sont remarquables par leur position géologique ; la partie méridionale du gîte est située au milieu du granite et s'y ramifie, tandis que la partie septentrionale est intercalée dans les schistes et en suit Mines de fer situées entre Christiania et le lac Miösen.

(1) Gea Norvegica, t. I, p. 67.

la direction, comme si elle formait une couche interstratifiée.

On trouve du fer oligiste dans quelques-uns de ces gîtes.

Le minerai qui composé presque tous les gîtes de cette classe est du fer oxydulé; cependant on y exploite quelquefois du fer oligiste; ainsi à Fleswig, près de Feiringen, le minerai est du fer oligiste micacé qui se trouve dans la syénite, près de son contact avec les schistes. On a aussi exploité du fer oligiste à Nordveberg, aux environs d'Holmestrand, dans la vallée de Sande; il est là dans du quarzite compacte, voisin du granite et passant au schiste siliceux. Il y en a aussi dans les environs de Drammen, aux anciennes mines d'Eckholt, où l'on observe, d'après M. Scheerer (2), une brèche calcaire cimentée par du quartz, de la chaux carbonatée et fluatée, minéraux qui se montrent aussi cristallisés dans des druses; les fragments de cette brèche sont habituellement recouverts d'une croûte mince de cristaux feuilletés de fer oligiste.

3ᵉ DIVISION. — *Minerais de fer des lacs et des marais.*

Régions où il y a des minerais de fer de lacs et de marais.

Dans plusieurs provinces de la Suède, principalement dans la Smâlande, la Wermlandie, la Dalécarlie, le Herjedal, l'Helsingland, etc., beaucoup des lacs et de marais renferment du minerai de fer hydroxydé dont la formation est récente, car il recouvre le dépôt de transport le plus superficiel. On en trouve aussi dans une grande partie des lacs et marais de la Finlande et de la Laponie. On en a exploité anciennement dans le midi

---

(2) Beiträge zur Kentniss Norwegischer Mineralien, p. 286.

de la Norwège, dans le Tellemarken et la province d'Agershuus.

Ces minerais, contenant du soufre et du phosphore, sont impropres à donner des fers de qualité supérieure, mais ils peuvent produire des fontes passables, et ils ont l'avantage d'être facilement fusibles ; aussi on en traite dans quelques hauts-fourneaux de la Smâlande, et on les emploie, dans l'usine impériale russe d'Olonets, à la fabrication des bouches à feu et des projectiles. On s'en sert encore dans beaucoup de petites usines de la Finlande où je les ai vu fondre dans des stück-ofen d'après une ancienne méthode. Localités où ces minerais sont utilisés.

C'est principalement en Finlande que j'ai eu l'occasion d'étudier cette espèce de minerai : elle offre des formes diverses et se compose de plaques, feuillets ou anneaux superposés : tantôt ce sont des nodules aplatis, semblables à des minerais tertiaires, sur la tranche desquels on reconnaît une succession de lits très-minces, tantôt ce sont des noyaux en forme de coquilles composées de plusieurs écailles; il y en a qui ont 12 à 15 centimètres de diamètre; d'autres sont beaucoup plus petits et à l'état d'embryons. Par leur configuration ils ressemblent à des pois, fèves, lentilles, pisolites, rognons, etc. ; souvent des grains de la grosseur d'une noisette sont agglutinés ensemble et forment des agglomérats de formes très-bizarres. Ces nodules renferment en général d'autant plus de matière terreuse et sont d'autant moins riches en fer qu'ils sont plus gros : leur teneur varie de 20 à 50 p. 0/0; elle est moyennement de 30 à 35. La cassure est compacte, veinée ou rubanée, la couleur est ordinairement d'un brun-noirâtre, mais la poussière est jaune. Aspect et structure des minerais de lacs et marais.

Composition de ces minerais.

Les nombreuses analyses de ces minerais qui ont été faites en Suède, principalement par MM. Svanberg et Lidbeck, en ont fait connaître la composition. Après lavage, quand ils ont été dépouillés de la matière terreuse adhérente, ils renferment : silice, de 8 à 20 p. 0/0; alumine, de 1 à 4; chaux, de 0 à 3; magnésie, de 0 à 1/2; oxyde de manganèse, de 1/2 à 34; peroxyde de fer, de 35 à 78; acide sulfurique, de 0 à 1/2; acide phosphorique, de 1/2 à 1 1/2; eau et matières organiques, de 10 à 20. Dans ces minerais le soufre est à l'état d'acide sulfurique et en très-petite quantité, il y en a habituellement moins de 1/4 p. 0/0; la teneur en acide phosphorique est bien plus élevée. L'oxyde de manganèse se trouve dans des proportions très-variables, et il y en a habituellement de 3 à 4 p. 0/0. Les minerais des lacs et ceux des marais offrent la même composition, mais les premiers sont ordinairement un peu moins phosphoreux.

Mode d'extraction.

Ces minerais s'extraient du fond des lacs à l'aide de la drague; on prétend qu'ils se trouvent plutôt près des rives que vers la partie centrale; d'ailleurs, en raison de la plus grande difficulté qu'on aurait à les enlever dans les endroits où il y a une profondeur d'eau un peu considérable, l'extraction se fait de préférence près des bords. Dans les endroits marécageux susceptibles de se dessécher en été, l'exploitation se fait à ciel ouvert comme dans les minières des terrains tertiaires; le minerai forme des dépôts très-étendus, mais peu épais, qui sont souvent couverts de terre végétale et de verdure. On en trouve quelquefois au bord des rivières, dans les endroits où leurs rives sont basses et leur cours peu rapide.

La génération de ces minerais se continue encore aujourd'hui.

La génération de ces minerais paraît avoir lieu encore maintenant; c'est une opinion généralement répandue dans le Nord de l'Europe : elle est appuyée d'abord sur le gisement de l'oxyde de fer qui se montre fréquemment entremêlé au milieu de la tourbe et des plantes marécageuses, ensuite sur le fait que d'énormes quantités en ont été extraites sur certains points depuis un temps immémorial; on prétend même que le dépôt ferrugineux, quand il est épuisé, peut se reproduire en un demi-siècle.

Manière dont ils se forment.

La formation de ces dépôts est due à l'intervention de substances organiques principalement de nature végétale; leur décomposition spontanée donne naissance à des acides qui se combinent avec l'oxyde de fer en le ramènant à l'état de protoxyde, comme le montrent les intéressantes observations de MM. Kindler et Daubrée (1). Ensuite le sel de fer dissous dans l'eau se peroxyde sous l'influence de l'oxygène de l'air et se transforme en un sous-sel insoluble, qui se précipite graduellement à l'état gélatineux et se durcit peu à peu en englobant des conferves et des carapaces d'infusoires.

Couleur des eaux de beaucoup de lacs et rivières.

Je dois rappeler ici un fait que j'ai déjà signalé (2), l'ayant observé en Laponie, en Suède et en Finlande, principalement dans les régions où il existe des minerais de fer de cette espèce. Les eaux de beaucoup de lacs et de rivières présentent une teinte d'un jaune-rougeâtre ou jaune-brunâtre,

---

(1) Annales des mines, 4ᵉ série, t. X, Formation du minerai de fer des marais et des lacs, p. 45.

(2) Annales des mines, 4ᵉ série, t. XII, Études sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe, p. 134.

analogue à celle d'une dissolution de café et provenant vraisemblablement de la présence de l'oxyde de fer dans ces eaux.

Origine première de l'oxyde de fer.

Quant à l'origine première de l'oxyde de fer, elle est probablement complexe; elle se rattache à la décomposition des pyrites de fer contenues abondamment dans beaucoup de roches cristallines, principalement dans les roches amphiboliques, et aussi à la dénudation du gneiss qui contient des gîtes nombreux de fer oxydulé et de fer oligiste. J'ai reconnu par des essais directs que ces deux oxydes cristallisés, de même que le peroxyde hydraté, étant réduits en poudre, se laissent attaquer même à froid par les acides organiques. Ainsi les eaux courantes qui ont balayé la surface du sol et qui entraînent avec elles des particules ferrugineuses amènent aux marais et aux lacs l'oxyde de fer à l'aide duquel se perpétue la génération de cette espèce de minerai.

Gîtes de fer chromé.

Situation des gîtes de fer chromé

Il y a près de quarante ans que la présence du fer chromé en Norwège a été signalée par le professeur Esmarck; depuis on a reconnu ce minéral en beaucoup d'endroits, et il s'est formé des exploitations importantes dans la contrée de Röraas et dans la partie occidentale du Dovrefield. Le fer chromé se trouve dans les mêmes terrains qui renferment, comme nous le verrons, un grand nombre de mines de cuivre, et quoique le chrome et le cuivre ne se montrent pas associés dans les mêmes mines, leurs gîtes se trouvent dans la même zone et sont quelquefois très-rapprochés les uns des autres.

Les principales mines de chrome sont situées à l'Est de Röraas, à Röhammer, sur la rive occidentale du lac de Ferager, dans la vallée de la Glommen, à la montagne de Faastenen, près de Tönset, et à l'ouest du Sneehättan, près du lac de Leervand, dans les vallées du Gruvedal et du Skamsthal.

Les mines de Röhammer et Ferager paraissent faire partie d'une même bande chromifère, dirigée de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E. et longue d'environ un myriamètre; cette contrée est formée de schistes feuilletés, chloriteux, variant d'aspect entre le schiste argileux luisant et le schiste micacé. La direction générale des couches environnant les gîtes de minerai de chrome est E.-O. ou O.-N.-O.; c'est dans le même sens que les gîtes sont allongés. Bande chromifère entre Röraas et le lac de Ferager.

Habituellement le fer chromé ne se trouve pas en contact immédiat avec les schistes; il est enchassé dans de la serpentine verte ou d'un vert jaunâtre, souvent translucide, affectant parfois un aspect fibreux et passant alors à l'asbeste. Le fer chromé est enchassé dans la serpentine.

Sur les cimes de Röhammer et Ferager qui contiennent les principales mines de chrome, on observe une roche particulière qui paraît être une variété de celle qu'Esmarck a nommée *norite;* elle consiste principalement en une masse diallagique, lamelleuse dans un sens, de couleurs variées, d'un vert clair ou d'un vert foncé, et d'un jaune-brun dans les parties superficielles qui sont altérées et qui présentent comme une écorce épaisse de quelques millimètres. Cette roche est pénétrée de serpentine et constitue des buttes arrondies qui ont été polies et striées par les agents erratiques; l'empreinte des sulcatures s'est conservée, malgré l'altération de la roche, sur de vas- Roche diallagique.

tes surfaces qui sont nues et privées de végétation Les cimes de Röhammer s'élèvent à plus de mille mètres, elles dépassent la limite des bouleaux, mais sur la rive occidentale du lac Ferager la roche diallagique descend au-dessous de cette limite.

Origine commune du fer chromé et de la serpentine.

Vu la disposition ramifiée de la serpentine (*Pl. III, fig.* 28), on peut considérer la roche diallagique comme s'étant étoilée, fendue en divers sens, et alors un mélange de serpentine et de fer chromé s'est introduit entre les fissures de la roche, qui pouvait n'être pas encore complétement refroidie, mais se trouver dans un état pâteux.

C'est la serpentine qui forme la gangue constante du fer chromé. Ces deux substances ont dû se refroidir simultanément, mais en se séparant l'une de l'autre elles ont donné lieu à des veines fort irrégulières et entre-croisées (voir la *fig.* 28). C'est en général le fer chromé qui se trouve au milieu de la serpentine, disséminé intimement sous forme de nodules, de filets ramifiés, mais souvent aussi on voit des veines de serpentine couper des veines de fer chromé. Ce dernier se divise fréquemment en fragments pseudo-rhomboïdaux entourés d'une enveloppe serpentineuse; les deux substances présentent beaucoup de surfaces polies, lissées et striées, ce qui montre qu'elles ont éprouvé de nombreux glissements après qu'elles avaient commencé à se consolider. Souvent on trouve des veinules ou filets de spath calcaire blanc qui a cristallisé le long des surfaces de séparation.

Le fer chromé est noirâtre, compacte, à éclat gras. A Röhammer il est assez pur, et après l'avoir cassé à la main, il suffit d'un triage pour qu'on puisse le passer à la fonte au nitre et le changer

en chromate de potasse; mais à Ferager il est mélangé plus intimement avec la serpentine, de façon qu'on est obligé d'en bocarder et d'en laver une partie.

Il existe des carrières de fer chromé presque tout autour de la cime principale de Röhammer; elles se trouvent à des hauteurs de 50 à 100 mètres au-dessous du sommet et sont disposées en forme de ceinture, à peu près comme les mines de fer autour du Canigou, dans les Pyrénées-Orientales; mais elles embrassent un espace beaucoup moins étendu, qui paraît être large d'environ 1.500 mètres. Il y a aussi une ancienne mine de cuivre sur le versant Sud-Ouest de Röhammer. Les gîtes de Röhammer et Ferager sont très-nombreux, mais peu étendus et peu puissants, leur épaisseur varie de 1 à 12 ou 15 mètres; du reste elle n'a rien de fixe, pas plus que leur direction, car ils se ramifient dans tous les sens; néanmoins le sens général de leur allongement est de l'E. à l'O., ou de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E.

Disposition des gîtes de fer chromé à Röhammer.

La montagne de Faastenen, située à 3 kilomètres à l'Ouest de Tönset, et sur laquelle Esmarck découvrit d'abord le fer chromé (1), est formée à sa base de schiste micacé dirigé du N.-O. au S.-E. et plongeant au S.-O; il s'y trouve des grenats, des cristaux de chaux carbonatée et de dolomie. Au-dessus est de la serpentine chromifère d'un gris-noirâtre; c'est près du sommet qu'est le minerai le plus riche, formant comme un gros rognon.

Fer chromé sur la montagne de Faastenen.

Les gîtes de fer chromé se présentent dans des conditions analogues sur le Dovre, à l'Ouest du

Gîtes de fer chromé sur le Dovre, à l'Ouest du Sneehättan.

(1) Reise von Christiania nach Drontheim (1829), p. 21.

Sneehättan, dans les vallées du Gruvedal et du Skamsthal : là il y a aussi des mamelons de roche diallagique semblable à celle de Röhammer et Ferager. Le fer chromé est partout accompagné de serpentine; mais les gîtes ne se trouvent pas tous au milieu de la norite; il y en a qui forment des lentilles au milieu de schistes feuilletés chloriteux ou micacés; tels sont ceux qu'on exploite au bord du lac Leervand : ici les lentilles sont peu étendues et ont une épaisseur qui varie de 2 mètres à quelques centimètres. Souvent le fer chromé est accompagné de mica vert cristallisé en prisme à six faces, et l'on y voit dans des druses des cristaux rhomboédriques de chaux carbonatée.

La serpentine, qui est intercalée entre les schistes a souvent pris elle-même une structure schisteuse; cependant elle leur est postérieure, car elle en coupe les couches suivant des surfaces courbes de la même manière que les skölar qui traversent des roches massives ou stratifiées.

Production des gîtes de fer chromé.

Les différents gîtes que l'on exploite dans la contrée de Röraas et sur la partie occidentale du Dovre emploient à peu près quatre cents ouvriers. La production annuelle en fer chromé s'est considérablement accrue dans ces dernières années; elle est actuellement de plus de 10.000 quintaux métriques. La plus grande partie du minerai est expédiée en Angleterre; on traite seulement la portion la plus pauvre à l'usine de Leerfoss, située auprès de Drontheim; on y a fabriqué en 1844 111.054 kilogrammes de chromate de potasse.

ANNONCES

D'ouvrages nouveaux relatifs aux sciences et aux arts qui se rapportent à l'exploitation des Mines et Usines.

FRANCE.

JANVIER — FÉVRIER 1849.

Cours élémentaire de chimie à l'usage des facultés, des établissements d'enseignement, des écoles normales et des écoles industrielles ; par M. *V. Regnault*, membre de l'Académie des sciences. — Tome II (3e partie), in-18 de 11 feuilles 7/8. — A Paris, chez Langlois et Leclercq ; chez Vor Masson.

L'ouvrage complet en 4 parties formant 2 vol. 20 fr.

Manuel de la police du roulage à l'usage des propriétaires, des voituriers, des agents chargés de constater les contraventions, etc. ; par *Eugène Celière*. In-8 de 4 feuilles 3/4. — Impr. de Lapie-Fontanel, à Montauban. Prix. . . . . 1 fr.

Miscellanées malacologiques (études des mollusques terrestres et fluviatiles) ; par *A. de Saint-Simon*. — Première décade. In-8 de 2 feuilles 5/8. — Imp. de Labouisse-Rochefort, à Toulouse.

Précis de chimie industrielle à l'usage des écoles préparatoires aux professions industrielles et des fabricants ; par *A. Payen*, membre de l'Institut. — 39 feuilles 3/4, avec 29 pl. — A Paris, chez Hachette. Prix. . 15 fr.

Nouvelles expériences sur la poussée des terres ; par M. *Audi*, lieutenant-colonel du génie, en retraite. Mémoire revu par M. le général *Poncelet*, avec des additions par M. *Domergue*, capitaine du génie, et une

notice sur l'auteur. — In-8 de 9 feuilles 1/4, plus 4 pl. — A Paris, chez Bachelier. Prix. . . . . 4 fr. 50 c.

Cours de sciences physiques et chimiques appliquées aux arts militaires; par *C.-J. Émy*, capitaine d'artillerie. Application de la métallurgie du fer, au service de l'artillerie, comprenant la fabrication des projectiles, des flasques d'affûts de mortiers, des essieux et des ancres. In-8 de 13 feuilles, plus 15 pl. — A Paris, chez Dumaine, passage Dauphine.

OBSERVATIONS

sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norwège et de la Finlande,

Par M. DUROCHER, Ingénieur des mines.

DEUXIÈME PARTIE.

2ᵉ CLASSE DE GÎTES : *Mines de sulfures, sulfarséniures métalliques et métaux natifs.*

Maintenant nous allons décrire les gîtes de métaux sulfurés, sulfarséniés et natifs : nous commencerons par les mines de cuivre ; ce métal est le plus abondamment répandu en Scandinavie après le fer, et dans une mine de la Finlande il est accompagné d'étain oxydé. Nous examinerons ensuite les gîtes de cobalt gris et de sulfures nickellifères qui sont intimement liés à ceux de cuivre, puis les gîtes de galène argentifère, et enfin nous ferons connaître les mines d'argent et d'or natifs.

Mines de cuivre.

Nous avons vu qu'il existe dans la Scandinavie plusieurs zones cuprifères : les gîtes faisant partie d'une même zone présentent en général des caractères analogues. J'ai visité les principales mines de presque toutes ces zones ; je décrirai d'abord celles de la Norwège, puis celles de la Suède, et, sans trop altérer l'ordre géographique, je m'attacherai, comme je l'ai fait pour les mines de fer, à grouper ensemble les gîtes qui sont doués de caractères semblables.

Zone cuprifère du golfe d'Alten.

La zone cuprifère la plus reculée vers le Nord est située sous le 70° degré de latitude, et entoure l'extrémité méridionale du golfe d'Alten (*Pl. IV*, *fig.* 1); là se trouvent les mines les plus septentrionales du globe. Les gîtes principaux, qui sont exploités depuis 1826 par une compagnie anglaise, affleurent sur le côté Nord de l'anse de Kaafiord, un des bras de l'Altenfiord, et sur la montagne de Raipas, près de Bossecop; mais on connaît, en outre, de nombreux indices de minerai de cuivre dans le terrain schisteux formant les montagnes qui séparent Kaafiord de Talvig, ainsi qu'à Storvig, où l'on trouve, à la séparation du schiste et du diorite, du cuivre pyriteux avec de la pyrite de fer et du fer oligiste. D'autres indices existent à Altnäs, près de Quänvig, et plus loin au Nord, aux environs d'Hammerfest.

Constitution géologique de l'Altenfiord.

Les roches de l'Altenfiord diffèrent notablement du terrain de gneiss qui constitue la plus grande partie de la Suède, et elles se rapprochent davantage, par leurs caractères pétrographiques, des roches de la formation palæozoïque : elles se composent, en effet, de schistes argileux et schistes feuilletés, de grauwackes, de calcaires-marbres, de quartzites et de conglomérats. Cette ressemblance a déterminé M. Russegger (1) à les assimiler aux terrains palæozoïques de la Scandinavie méridionale, et à les considérer comme remplissant un bassin au milieu du gneiss et du micaschiste ; cependant sa manière de voir n'est pas confirmée par une étude plus approfondie de cette intéressante contrée. Je ferai d'abord observer que parmi les couches calcaires et schisteuses des environs de Kaafiord, il en est qui offrent un aspect cristallin ;

(1) Karsten's Archiv, t. XV, p. 759.

on y trouve même des bancs de schiste micacé ou chloriteux et des schistes analogues au gneiss. De plus, dans cette formation, on n'a pas encore trouvé de restes bien reconnaissables d'êtres organisés, tandis que dans tous les bassins siluriens de la Suède et de la Norwège il y a des couches très-riches en fossiles, et principalement en orthocères. Un autre fait qui m'empêche de regarder le terrain d'Alten comme équivalent de ceux de Christiania, des lacs Wenern, Siljan, etc., c'est que les couches supérieures passent insensiblement au micaschiste, et loin de remplir un bassin au milieu du gneiss, ce terrain est recouvert par de puissantes assises de micaschiste (*fig.* 1) et de gneiss qui s'étendent sur de vastes surfaces par delà Hammerfest, jusqu'au cap Nord (1). C'est un fait géologique fort important pour la théorie du métamorphisme.

La formation calcaréo et quartzo-schisteuse d'Alten est évidemment sédimentaire; elle me paraît se rattacher à la formation d'Urthonschiefer, que nous avons déjà signalée comme étant intermédiaire entre le gneiss primitif et le système silurien; elle est probablement équivalente à ces terrains qui constituent les environs de Drontheim,

(1) Mes observations sur Kaafiord et Hammerfest ont été faites en 1839 et consignées pour la plupart dans un mémoire déposé à l'École des mines en mars 1840, antérieurement à la publication de la notice de M. Russegger et au mémoire intéressant que M. Keilhau a publié sur le Finmarck dans le tome II du Gea Norvegica; je suis heureux de me trouver en harmonie avec l'habile géologue de Christiania sur la manière d'envisager le terrain d'Alten. Mes observations s'accordent aussi avec celles qu'a faites, il y a un demi-siècle, l'illustre M. de Buch dans la même contrée.

de Röraas et une grande partie des provinces de Bergen et de Drontheim.

Coupe des terrains formant les environs de Talvig et Kaafiord.

Si l'on fait une coupe des terrains qui s'étendent entre Talvig et Kaafiord, on observe, à la partie inférieure, des schistes argileux accompagnés de grauwackes, puis au-dessus des schistes gris alternant avec des bancs calcaires un peu siliceux, tantôt compactes, tantôt à grains fins, contenant parfois des cristaux de dolomie ou des amandes de quartz calcédoine, et dedans sont interposées des masses dioritiques. On voit ensuite leur succéder une puissante assise de schiste argileux, mélangé de schiste talqueux et de calcaire dolomitique; au-dessus s'étend une masse épaisse de diorite qu'on peut appeler cuprifère, car c'est elle qui renferme les principaux filons de minerai de cuivre. Elle se présente sous des aspects assez divers: en certaines parties elle est compacte, à grains fins ou schisteux, présentant des plans de division parallèles aux couches environnantes, et en outre un système de fentes transversales; ailleurs elle est cristalline ou lamelleuse, comme les diorites ordinaires; l'amphibole paraît généralement y prédominer. Il arrive parfois que l'amphibole est remplacée par du diallage, et alors la diorite passe à l'euphotide.

Roche quartzeuse du Kongshavenfield.

Il y a aussi une puissante assise de quartzite qui est très-développée à la montagne de Kongshavenfield et sur le côté oriental du golfe d'Alten; ses caractères sont un peu variables : au Kongshavenfield, c'est du quartz à peu près pur, dépourvu de mica, fendillé, faiblement translucide; ailleurs c'est un grès quartzeux modifié, comme il y en a dans beaucoup de terrains palæozoïques, ou bien encore c'est un quartz schisteux et micacé.

Sur la côte orientale de l'Altenfiord, cette roche quartzeuse passe à des jaspes rubanés et très-diversement colorés en gris, rouge, violet et vert; elle est alors très-ondulée, mais en général faiblement inclinée. Là elle est accompagnée de roches dioritiques, et souvent il y a entre le quartzite et la diorite une roche intermédiaire à la fois siliceuse et amphibolique. Sur cette rive de l'Altenfiord on voit le quartzite et la diorite se prolonger jusqu'auprès d'Altnœs, en face de Talvig, et alors on voit leur succéder des schistes verts d'un aspect cristallin, qui plongent fortement vers le Nord, de manière à s'enfoncer au-dessous des schistes micacés situés plus au Nord et inclinés dans le même sens.

Couches de quartz jaspé et roches dioritiques sur la côte orientale de l'Altenfiord.

Sur les montagnes situées immédiatement au Nord de Talvig, on voit les couches de la formation calcaréo-schisteuse décrite précédemment, devenir peu à peu cristallines, prendre un aspect talqueux et micacé; elles sont alors mélangées de lits de calcaire cristallin, lardé de trémolite; puis elles sont recouvertes par les couches de micaschiste qui forment la montagne de l'Akkasokki. Un peu plus au Nord-Ouest le micaschiste s'enfonce lui-même sous une série très-épaisse de couches de gneiss; néanmoins ce gneiss m'a paru différer sensiblement du gneiss primitif de la Suède et de la Finlande; il est généralement beaucoup moins ondulé et rarement mélangé de granite; il est composé de strates plus régulières, et très-souvent il se fend en plaques minces et planes comme un grès micacé; il est très-quartzeux et passe fréquemment à un schiste quartzeux et micacé.

Superposition du micaschiste et du gneiss aux roches stratifiées de l'Altenfiord.

Les roches stratifiées de l'Altenfiord offrent une disposition régulière; aux environs de Talvig et

Disposition arquée des roches de l'Altenfiord.

d'Altnœs, elles suivent une direction générale de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., et plongent alors au N.-O.; à Talvig et auprès, elles offrent une courbure arrondie qui est partagée par toutes les couches, comme on le voit sur la petite carte (*Pl. IV, fig.* 1); de là vers Kaafiord et Bossecop elles suivent une direction moyenne peu différente du N.-S., en inclinant généralement de 40° à 60° à l'Ouest.

Gîtes cuprifères de la baie de Kaafiord. Les principaux gîtes cuivreux que l'on a reconnus sur la rive septentrionale de la petite baie de Kaafiord se trouvent contenus dans la grande masse dioritique que nous avons qualifiée de cuprifère; ils se distinguent de la plupart des gîtes sulfurifères de la Scandinavie, en ce qu'ils se rapprochent le plus des filons proprement dits, c'est-à-dire de fentes remplies : ailleurs les sulfures métalliques se trouvent plutôt disséminés dans des roches que concentrés dans des fentes.

Disposition générale des filons. La diorite qui encaisse les filons forme des masses irrégulières; souvent aussi elle affecte des plans de division parallèles aux couches adjacentes, et alors elle paraît être stratifiée; cependant les filons présentent constamment une certaine obliquité. Leur direction générale diffère notablement de celle des roches environnantes; elle est du N.-N.-E. au S.-S.-O. Leur pendage a lieu dans des sens divers, mais habituellement vers l'O.-N.-O., c'est-à-dire dans le même sens que celui des couches (1).

(1) Comme on le voit, ce système de filons ne satisfait pas à la règle qui a été observée par M. de Hennezel dans certains gites, et qui consiste en ce que les cassures inclinent dans le sens où elles se rapprochent le plus d'être normales au plan des couches (Annales des mines, 4e série, t. 1, p. 29).

Les filons cuprifères de Kaafiord ne sont productifs que dans la roche amphibolique, et en général ils ne se prolongent pas dans les schistes environnants; d'ailleurs ils offrent de nombreux accidents, tantôt ils se renflent, tantôt ils s'amincissent, souvent ils se divisent en plusieurs branches. Les principaux gîtes sont ceux de la Vieille-Mine, de Wards, Woodfalls et Michell. Lors de mon séjour à Kaafiord, on connaissait quatre autres filons moins importants, et qui alors avaient été l'objet de travaux peu considérables: ce sont ceux de Reapers, Mancurs, Carl Johan et Powderhouse ou la Nouvelle-Mine; l'épaisseur de ces derniers varie de $0^m,30$ à 1 mètre. Au sujet de ces divers filons, j'ai reçu des renseignements détaillés de M. Thomas, ingénieur de la compagnie anglaise, qui a bien voulu me guider dans la visite des travaux.

Principaux filons.

Le filon de la Vieille-Mine est fort irrégulier, comme le montre la *fig.* 2, *Pl. IV*; il est très-ondulé et présente une série de renflements et d'étranglements résultant de mouvements de terrain dans le sens horizontal; les parois de la cassure se sont ondulées, et l'une d'elles a glissé dans le sens de la direction. Ce filon court du N.-N.-E. au S.-S.-O., et plonge moyennement de 45° à l'O.-N.-O.; son épaisseur est d'environ 4 à 5 mètres. C'est le filon le plus puissant et celui qui offre les travaux les plus étendus; mais le minerai y est fort disséminé au milieu de la gangue.

Filon de la Vieille Mine.

La mine de Wards ou la Petite-Mine (*Pl. IV*, *fig.* 3) est une des plus profondes: le filon se compose de deux branches principales : celle de Wards et celle de Patherick; leur direction moyenne est du N. 37 E. au S. 37 O.; la pente est au N.-O., mais

Filon de Wards.

très-variable, de 50° à 15° : on voit se rattacher à ce filon de petites veines qui sont stériles. La largeur du gîte varie de 1m,60 à 3 mètres; en 1840, il avait été exploité sur une longueur de 120 mètres et une profondeur de 80; jusque-là il avait été très-productif, mais alors il commençait à s'appauvrir.

Filon de Woodfalls. Le filon de Woodfalls (*Pl. IV, fig.* 4) comprend trois branches qui se réunissent en une seule dirigée du N. 12 E. au S. 12 O., et plongeant fortement à l'O.-N.-O.; l'épaisseur est variable, mais habituellement inférieure à 1 mètre. Ce filon présente de fréquents accidents; sur la figure 4, on voit une faille suivant laquelle une des portions s'est abaissée d'une hauteur de 5 mètres. Il y a plusieurs autres failles qui ont donné lieu à des rejets ou abaissements : elles sont ordinairement remplies par de petites veines de chlorite ou par une matière argileuse, mélangée d'amphibole.

Gîte de Michell. Le gîte de Michell (*Pl. IV, fig.* 5) est un des plus irréguliers; il a une épaisseur moyenne de 1m,20, et court du N.-N.-E. au S.-S.-O. : il comprend un grand nombre de veines qui s'entre-croisent, vont en convergeant ou en divergeant. Aux points d'intersection, il y a tantôt appauvrissement, tantôt enrichissement. En certaines parties le gîte forme comme une selle, et plonge à la fois au N.-O. et au S.-E.; on le voit s'interrompre en atteignant le schiste argileux.

En général, ces filons ont peu d'étendue en longueur, et ils se rapprochent quelquefois des amas. Ils sont clairement séparés de la roche encaissante, et les cassures sont nettes; mais elles ne se sont pas faites avec régularité, et ne se sont pas prolongées fort loin. Il s'est produit aussi des fentes trans-

versales, et il en est résulté des filons croiseurs, mais ceux-ci sont stériles : ainsi, à la Vieille-Mine, on peut distinguer deux systèmes de fentes qui traversent la diorite cuprifère ; les unes sont remplies d'une substance argileuse ; les autres plus anciennes, coupées et rejetées par les précédentes, sont occupées par de la chlorite. Il y a quelquefois plusieurs systèmes de fentes.

Dans tous ces filons, le minerai consiste en pyrite de cuivre ordinairement accompagnée d'un peu de pyrite de fer ; il est répandu dans des gangues de quartz et de chaux carbonatée lamelleuse ; on trouve aussi çà et là des fragments de la diorite encaissante ; ainsi, par leur composition, ces filons ressemblent à ceux de France et d'Allemagne, et sans doute ils ont la même origine. La teneur moyenne du minerai après triage à la main est de 5 p. o/o. On a remarqué en général que les gîtes s'appauvrissent à mesure que l'on pénètre à une plus grande profondeur. Les parties supérieures sont en décomposition ; les pyrites de fer et de cuivre ont été changées en hydrate de fer mélangé d'un peu de cuivre carbonaté. Ici donc on a, comme dans le Cornouailles, le *gossan* ou chapeau ferrugineux des mineurs anglais. Composition des filons.

A 22 kilomètres environ à l'E.-S.-E. de Kaafiord, se trouve un autre groupe de filons sur la montagne de *Raipasvara* ; ceux-ci ne sont point renfermés dans la diorite, mais dans des bancs de pierre calcaire. Cette roche est compacte et grenue, un peu cristalline, blanche, tirant parfois sur le rouge ; des couches d'un gris clair alternent avec d'autres qui sont noires ou d'un gris foncé. Il y a aussi dans le calcaire des couches de schiste argileux, et de petits lits de schiste siliceux d'un rouge-violacé, contenant des veines et des aman- Filon de Raipasvara.

des de quartz. Cet ensemble de couches suit une direction régulière du N. 15° O. au S. 15° E., avec une forte inclinaison à l'O.-S.-O.; elles sont un peu ondulées dans le sens de la pente.

Filon principal. Il y a plusieurs filons dont le principal a une largeur d'environ 2 mètres; il court du N. 40° E. au S. 40° O., et il est presque vertical. A la surface il était couvert d'une épaisseur de 2 à 3 mètres de dépôt de transport; en atteignant le roc solide, on a trouvé le filon composé principalement d'oxydes de fer, à l'état d'une masse ocreuse : dans les parties supérieures, il y avait aussi beaucoup de druses tapissées de cobalt arséniaté, de carbonates de cuivre bleu et vert; on a encore trouvé dans des fissures de l'arséniate de cuivre mélangé d'oxyde de fer et de manganèse. A une plus grande profondeur, le minerai consiste principalement en cuivre panaché qui rend 62 p. o/o de cuivre quand il est pur, et qui, d'après cette teneur, doit correspondre à la formule $FeS + 4Cu^2S$; mais il est souvent mélangé de pyrites de fer et de cuivre, et sa teneur moyenne est de 15 p. o/o.; il a pour gangues de la chaux carbonatée, du quartz, et parfois de la baryte sulfatée.

Nous avons vu que les filons de Kaafiord s'appauvrissent quand ils sortent de la diorite; ici il y a eu une action semblable de la part de la roche encaissante, car les gîtes deviennent moins riches quand ils quittent le calcaire pour pénétrer dans les schistes, surtout quand ils atteignent un certain banc de schiste siliceux jaspé; alors les filons s'amincissent, et souvent ils se réduisent à une simple fissure.

Influence de la roche encaissante. L'influence que la nature de la roche encaissante a exercée sur ces filons est probablement en

rapport avec des effets mécaniques : dans le calcaire comme dans la diorite, les cassures se sont produites avec un certain écartement des parois ; mais les schistes qui sont doués de propriétés différentes sous le rapport de la compacité, ténacité et élasticité, n'ont pas cédé également aux forces de dislocation, et alors les fentes se sont resserrées ou interrompues en passant dans les schistes, ou bien encore leurs parois soumises à des pressions latérales se sont rapprochées. Plus tard, le remplissage s'est fait d'après la règle observée dans beaucoup de pays, à savoir que les substances métalliques se sont déposées de préférence dans les parties où les cassures offraient le plus de largeur.

Schistes imprégnés de minerai de cuivre.

On a observé que les schistes argileux où pénètrent les veines cuprifères sont généralement imprégnés de minerai de cuivre, et qu'ils contiennent même parfois jusqu'à 10 p. 100 de ce métal ; alors le courant métallifère ne s'est pas maintenu entre les parois des filons, et il y a eu diffusion de la matière cuivreuse dans la roche encaissante.

Divers exemples de filons cuprifères en Norwège.

Nous venons de voir, dans la contrée d'Alten, des filons comparables à ceux des autres parties de l'Europe ; ces exemples sont peu nombreux en Scandinavie : il y a aussi dans la Norwège méridionale, et principalement dans le haut Tellemarken, quelques filons cuprifères, et parmi eux il en est qui sont formés principalement de sulfure de cuivre. On peut encore en citer des exemples dans la contrée de Drontheim : ainsi à Rödals, près de Tönset, dans la vallée de la Glommen, où un filon cuivreux allongé du N. au S. traverse des couches de schistes argileux passant au micaschiste, qui sont dirigées du N.-E. au S.-O. Il y a aussi à Glöstad, près d'Hitteröe, un filon de pyrite cui-

vreuse qui coupe le granite suivant la direction N.-E.-S.-O. ; cependant nous allons voir que les gîtes qui sont l'objet des exploitations les plus considérables diffèrent beaucoup des véritables filons.

Terrains schisteux du Midi de la province de Drontheim.

Décrivons d'abord les mines de cuivre de Röraas, les plus importantes de la Norwège. Les terrains schisteux du Midi de la province de Drontheim offrent un peu d'analogie avec ceux de Kaafiord ; on y observe en effet des schistes argileux, des grauwackes, des calcaires, des poudingues et conglomérats. Aux environs de Röraas, l'aspect des roches est un peu plus cristallin ; ici prédomine un schiste chloriteux qui s'étend sur d'immenses surfaces, et qui renferme les gîtes cuprifères : tantôt il passe au schiste micacé, tantôt il est simplement feuilleté, et se rapproche du schiste argileux. Il se compose, en général, de larges feuillets de chlorite verdâtre, courbes et ondulés, mélangés çà et là de feuillets blancs talqueux qui donnent à la roche un reflet argenté ; quelquefois la chlorite ou le talc se montrent en cristaux tabulaires, hexagonaux, disposés obliquement par rapport au plan de stratification. Le schiste chloriteux présente habituellement des lits minces ou des rubans de quartz translucide qui alternent avec les lits de chlorite.

Orographie de la contrée de Röraas.

Dans la contrée de Röraas, ce terrain schisteux est, en général, faiblement incliné, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre ; d'ailleurs les couches ne sont pas assujetties à une direction constante. Les montagnes qu'elles forment n'ont pas une très-grande élévation ; la plupart ne dépassent pas le niveau de 1.000 mètres au-dessus de la mer : elles présentent des pentes très-

douces et des surfaces plates à leur sommet. On ne voit aucune cime aiguë, ce qui paraît tenir d'abord à ce que le sol a été ridé de manière à prendre une forme ondulée, sans offrir de profondes déchirures, et ensuite à ce que les couches sont peu inclinées et d'une facile désagrégation. Entre les plates-formes à bords arrondis se trouvent de larges dépressions occupées par de très-grands lacs, tels que le Fœmund et l'Öresund, d'où sort la Glommen; c'est seulement un peu au-dessous de Röraas que ce fleuve entre dans une vallée nettement dessinée, bordée par des parois régulières et continues.

Aspect des environs de Röraas.

Les plateaux ondulés des environs de Röraas présentent un caractère de désolation et de solitude qui m'a rappelé la physionomie des landes de la Bretagne, malgré certaines différences tenant principalement à la plus grande élévation des montagnes. Dans les parties basses, le climat n'est pas encore assez rigoureux pour empêcher la végétation de se développer; néanmoins à Röraas, à 657 mètres (1) au-dessus de la mer, les céréales ne peuvent plus arriver à une complète maturité; les alentours de la ville sont presque dépourvus de verdure, on y voit çà et là des bouleaux chétifs ou des pins rabougris, dont la croissance est arrêtée par la violence des vents. La surface nue du terrain montre d'immenses dépôts de transport, de sables et de graviers, mélangés de cailloux et de blocs erratiques; on n'aperçoit même pas de rochers pittoresques, de tous côtés le pays offre un aspect triste et monotone.

---

(1) La hauteur que j'attribue à la ville de Röraas est le résultat moyen de quatorze observations barométriques.

Situation et altitude des mines de Storvartz, Mug et Kongens.

Les trois mines de Storvartz, Mug et Kongens, que l'on exploite aux environs de Röraas (*Pl. IV*, *fig.* 6), se trouvent à des hauteurs peu différentes les unes des autres, près de la limite de croissance des bouleaux; la première est située à 8 ou 9 kilomètres au N.-E. de Röraas, sur la montagne de *Storvolafield*, à 249 (1) mètres au-dessus de la ville, ou 606 mètres au-dessus de la mer. Celles de Kongens et de Mug se trouvent sur les hauteurs qui bordent la rive de la Glommen à sa sortie du lac d'Öresund, à 14 et 18 kilomètres au N.-N.-O. de Röraas; leur altitude est à peu près la même, de 912 mètres au-dessus de la mer.

Dissémination du minerai de cuivre dans du schiste chloriteux.

La disposition du minerai est peu différente dans les gîtes de Storvartz et de Mug; il est disséminé au milieu du schiste chloriteux, et a pour gangues les feuillets de chlorite et le quartz dont ce chiste est composé. On a donc là des couches ou plutôt des assises de schistes feuilletés, imprégnées de pyrite de cuivre sur des étendues plus ou moins grandes. C'est à des assises de schistes cristallins aussi imprégnés de sulfures de fer, de cuivre et de zinc, que les mineurs de Kongsberg ont donné le nom de *fahlbandes*; on pourrait aussi les appeler des couches métallifères, mais la matière métallique ne s'y trouve ordinairement qu'en petite quantité relativement à la roche schisteuse, souvent moins d'un centième. En outre, le nom de couche ne serait pas en harmonie avec les inégalités de distribution du minerai, avec certains caractères de concentration que nous signalerons dans beaucoup de cas. Je proposerai donc d'appliquer le nom de *fahlbandes* à tous

(1) Ces hauteurs ont été calculées d'après les observations barométriques que j'ai faites sur ces divers points.

les gîtes de sulfures et sulfarséniures métalliques qui se trouvent ainsi disséminés au milieu des roches schisteuses, au lieu d'être concentrés dans des fentes, et on peut dire alors *gisement en fahlbandes*, comme on dit *gisement en filon ou en amas*.

Assise cuprifère de Storvartz. La mine de Storvartz, qui est la plus importante et qui fournit les minerais les plus riches, a été découverte en 1644; l'assise ou la fahlbande cuprifère est formée de chlorite feuilletée, mélangée d'un peu de quartz, et pénétrée de grenats d'un rouge clair, qui sont souvent très-abondants et nettement cristallisés en dodécaèdre rhomboïdal. On y trouve aussi de l'actinote radiée; de la trémolite d'un gris-jaunâtre, de l'asbeste et de l'amiante. La direction des couches est du N. 20° O. au S. 20° E.; et le plongement est de 10 à 12° seulement vers l'E.-N.-E., dans le sens de la pente de la montagne.

Le gîte de Storvartz paraît avoir plus d'étendue en inclinaison qu'en direction. Le gîte est plus étendu suivant l'inclinaison que suivant la direction; ainsi en 1845, les travaux avaient un développement de plus de 1.000 mètres suivant la pente, tandis que leur étendue en direction n'atteint pas 400 mètres, et n'est même que de 200 mètres en moyenne. La masse cuprifère forme donc une plaque allongée, dont le grand axe paraît être à peu près parallèle à la ligne de plus grande pente. Son épaisseur moyenne est de 3 à 4 mètres; parfois elle s'élève à 7 mètres, ou s'abaisse au contraire à 40 ou 50 centimètres. Elle est un peu moindre sur les bords, mais elle ne diminue pas régulièrement; et cette plaque ne peut être rigoureusement assimilée à une lentille, car elle ne se termine pas en s'amincissant, mais plutôt par un appauvrissement graduel, par une diminution dans la proportion du minerai qui est dissé-

miné dans la roche. Cette manière d'être, qui est générale pour les gîtes de ce genre, influe sur la disposition des travaux d'exploitation; on leur donne presque autant de hauteur sur les côtés que dans la partie centrale, et on cesse de les prolonger quand on est arrivé au point où le minerai est trop pauvre pour payer les frais de l'exploitation.

Veines d'argile et petits filons de granite.

Le gîte de Storvartz est traversé par plusieurs fentes stériles et remplies d'argile qui courent ordinairement du N.-O. au S.-E. Parmi les déblais de la mine, j'ai observé des fragments de veines granitiques contenant du quartz, du mica, de l'orthose et de l'oligoclase, et ressemblant un peu à celles qui traversent les mines de fer de la Scandinavie.

Nature et disposition du minerai.

Le minerai consiste en pyrite cuivreuse, accompagnée de pyrite de fer jaune, et quelquefois de pyrite magnétique et d'un peu de blende brune; mais cette dernière substance est rare dans les mines de Röraas, et l'on n'y trouve presque jamais de galène. La pyrite de cuivre forme des nodules ou rognons lenticulaires de quelques millimètres à plusieus centimètres d'épaisseur, couchés suivant le plan de schistosité; ils se tiennent souvent en forme de chapelets, et les feuillets de chlorite qui les séparent se recourbent autour d'eux. Quand ils sont très-allongés, ils prennent la forme de veinules discontinues, interposées entre les feuillets de la roche; là où il y a de la pyrite de fer, les nodules sont généralement plus épais, et quelquefois ils enchâssent des plaques de schiste chloriteux. Le minerai de Storvartz rend moyennement 5 à 6 p. o/o de cuivre sans subir d'autre préparation mécanique qu'un triage à la main; la gangue est mixte, consiste en chlorite, en quartz laiteux, hyalin et quelquefois cristallisé, et en pyrite de fer qui est généralement peu abondante. J'ai ob-

servé aussi du spath calcaire dans une druse, mais ce minéral est exceptionnel dans les mines de cuivre des environs de Röraas; on y rencontre quelquefois de la blende; la galène y est excessivement rare.

Le gîte de Mug a beaucoup d'analogie avec celui de Storvartz; le schiste chloriteux, d'un gris-verdâtre, mélangé de feuillets de talc et de lits quartzeux, court moyennant du N. 20° E. au S. 20° O., et plonge seulement de 5 à 6° à l'O.-N.-O; même en certaines parties les couches sont presque horizontales; d'ailleurs elles s'ondulent comme le font en petit les feuillets de chlorite. Gîte de Mug.

Le gîte est reconnu sur une longueur de 700 à 800 mètres dans le sens de la pente, mais son étendue en direction est seulement de 100 mètres; l'épaisseur est de $1^m,50$, et s'abaisse quelquefois à $0^m,50$. Souvent le gîte semble comme étranglé par de gros rognons de quartz, il est aussi traversé par une veine d'argile dirigée N.-S. Le minerai et les gangues sont ici les mêmes qu'à Storvartz.

Le gîte de Kongens, découvert en 1736, est compris dans des couches chlorito-quartzeuses dirigées à l'O. 40° N., et plongeant de 10 à 15° au S.-O.; il est connu sur une longueur de plus de 1,000 mètres en direction. Son épaisseur est de $1^m,60$ à 2 mètres. Au toit de la couche, on a observé d'énormes blocs ou rognons ovoïdes de quartz micacé, à surface lisse, couchés parallèlement au plan de schistosité. Le gîte est traversé par une veine argileuse courant de l'E.-N.-E. à l'O-.S.-O. A l'inverse de ce que nous avons remarqué à Storvartz et à Mug, les travaux sont ici moins étendus en inclinaison qu'en direction. Gîte de Kongens.

La pyrite cuivreuse est mélangée d'une beau- Abondance de la pyrite de fer.

coup plus grande quantité de pyrite de fer qu'à Mug et à Storvartz; le minerai consiste principalement en pyrite de fer, accompagnée de moins d'un dixième de pyrite cuivreuse; mais le mélange de ces sulfures, tenant 2 1/2 à 3 p. o/o de cuivre, est plus abondant et plus concentré qu'à Storvartz et à Mug; il y a moins de gangues pierreuses, l'amphibole et les grenats sont moins abondants qu'à Storvartz. Les trois gîtes n'ont point de salbandes, mais les couches chloriteuses adjacentes sont altérées et quelquefois transformées en une matière argileuse.

Bande cuprifère de la vallée de Foldal.

Dans la vallée de Foldal, où coule le Folda-Elv, un des affluents de la Glommen, à 7 myriamètres de Röraas, il y a une bande cuprifère d'environ 5 kilomètres de longueur, située à mi-coteau, sur le flanc septentrional de la vallée, au-dessus du bourg de Foldal et dirigée de l'E.-N.-E à l'O.-S.-O. J'ai observé des indices de minerai de cuivre dans presque toute son étendue; mais les deux gîtes principaux qu'exploite depuis un grand nombre d'années la compagnie de Röraas, ceux de Foldal et Gothaab, sont éloignés l'un de l'autre de 4 à 5 kilomètres : ils sont interposés entre des couches de schiste chloriteux analogues à celles de Röraas, passant tantôt au schiste argileux feuilleté, tantôt au schiste micacé et mélangées de lits de quartz translucide. A Gothaab la direction moyenne est de l'E. 25° N. à l'O. 25° S., et le pendage est de 45° au N.-O. A Foldal les couches courent moyennement à l'E. 35° N. avec pente de 50 à 60° au N.; ainsi partout elles penchent en sens contraire de l'inclinaison du sol.

Nous avons vu qu'à Storvartz et à Mug les masses métallifères paraissent avoir plus d'étendue dans

le sens de l'inclinaison que suivant leur direction; mais ici c'est le contraire; les gîtes de Gothaab et Foldal sont reconnus sur des étendues de 400 à 800 mètres en direction, et seulement de 60 mètres et 200 mètres suivant la pente. L'épaisseur moyenne est de 2^{m},20 à Gothaab, mais à Foldal elle est de 3 à 4 mètres et s'élève souvent jusqu'à 7 ou 8 mètres.

A Gothaab le minerai est de la pyrite cuivreuse accompagnée d'un peu de pyrite de fer jaune, et surtout de pyrite magnétique brune; il est disséminé à la fois dans le schiste chloriteux et dans le quartz; souvent les filets minces de pyrite cuivreuse forment comme un tissu réticulé au milieu du quartz. Cette disposition réticulée s'observe du reste dans toutes les mines de la Scandinavie où la pyrite cuivreuse est répandue dans une roche quartzeuse: exemples, Åreskuttan, Falun, etc. J'ai remarqué à Gothaab quelques cristaux rhomboédriques de spath calcaire. Minerai de Gothaab.

Le gîte de Foldal se distingue de celui de Gothaab par un caractère particulier; ici on n'a plus une assise chlorito-quartzeuse imprégnée de pyrite de cuivre, mais une plaque épaisse et presque massive de pyrite de fer jaune, imprégnée de pyrite cuivreuse. Le mélange intime de ces deux sulfures est jaune, brillant, à structure grenue et cristalline; il ne diffère aucunement par son aspect de la pyrite de fer ordinaire. Les essais qui ont été faits à Röraas sur un grand nombre d'échantillons ont montré que la pyrite de fer peut contenir de 1 à 4 p. 100 de cuivre, sans que la présence de cet autre métal soit reconnaissable à la vue. Gîte de Foldal.

Le minerai de Foldal consiste donc essentiellement en une pyrite cuprifère, tenant en moyenne Pyrite cuprifère de Foldal.

de 1,6 à 2 p. 100 de cuivre; elle est massive et presque sans gangue pierreuse. On en sépare une partie du fer par un grillage imparfait qui donne lieu à une concentration du sulfure cuivreux dans la partie centrale, à mesure que l'oxydation du fer s'effectue à la périphérie : il paraît qu'il suffit d'une petite quantité de gangue pierreuse pour que ce phénomène remarquable ne puisse pas se produire.

La masse pyriteuse de Foldal est divisée en certains endroits par des lits intercalés de schiste chloriteux, et l'on y voit çà et là quelques nids de quartz blanc. Les couches quartzeuses et chloriteuses environnantes sont imprégnées de pyrite de cuivre et lardées d'une grande quantité de cristaux cubiques très-nets de pyrite de fer; on y trouve aussi des rognons de pyrite de fer dont l'intérieur est souvent riche en cuivre.

Roches cristallines avoisinant la mine de Foldal.

Autour de la mine de Foldal, sur des monticules polis et striés par les agents erratiques, on voit affleurer des roches schisteuses et cristallines dont l'orientation est parallèle à celle du schiste chloriteux cuprifère; ainsi on y observe du micaschiste et du gneiss amphibolique à petits grains, contetenant des paillettes de mica gris et noir, accompagnées d'aiguilles amphiboliques verdâtres. Il y a aussi une syénite porphyrique, à pàte d'un grisblanchâtre, quartzeuse et feldspathique, enchâssant des noyaux de quartz hyalin, de grandes lames d'hornblende et quelques lames de feldspath; elle offre une indication de schistosité plus ou moins prononcée dans un sens parallèle aux couches adjacentes et tend même à passer au gneiss amphibolique. Dans toutes ces roches j'ai remarqué des grenats almandins d'un rouge clair et de grosseurs

très-diverses; quelquefois ils sont très-petits et la roche en est criblée.

J'ai observé la même syénite porphyrique à l'intérieur de la mine de Foldal; elle se montre interposée entre les couches de schiste chloriteux verdâtre et elle est traversée par des veines de quartz et de pyrites de fer et de cuivre. Dans la masse de cette roche sont répandus, de même que dans les couches chloriteuses, de beaux cristaux cubiques de pyrite de fer qui ont marqué leur empreinte sur la pâte siliceuse, et même sur ces empreintes on distingue les stries que portent les faces des cubes. Syénite parsemée de cristaux cubiques de pyrite de fer.

Dans les mines de Foldal et de Gothaab comme dans celles des environs de Röraas j'ai observé des veines de chlorite verdâtre et de serpentine, qui coupent obliquement et en s'ondulant les schistes métallifères, et qui par conséquent correspondent aux skölar de la Suède; néanmoins dans cette région les skölar sont rares et fort peu développés. Veines de chlorite et de serpentine.

Il y a aux environs de Röraas et de Foldal d'autres mines de cuivre qui ont été exploitées à différentes époques, mais qui sont actuellement abandonnées; il y en a sur les montagnes du Tronfield, de Faadalskletten, de Rödsvold, etc. La plupart de ces gîtes présentent, comme à Foldal et à Kongens, des bancs de pyrite de fer jaune et magnétique contenant un peu de sulfure cuivreux et interposés entre les couches du même terrain argilo-chloriteux. Anciennes mines aux environs de Röraas et Foldal.

J'ai visité d'autres mines de cuivre qui sont exploitées dans le massif du Dovre, principalement dans la vallée de Gruvedal (vallée des mines), au N.-O. du Sneehättan; on y voit du cuivre pyriteux et panaché disséminé sous forme de nodules, Mines de cuivre de Gruvedal.

mouches et filets dans des couches de schiste micacé, quartzeux et ambibolique subordonnées au gneiss. Parmi ces couches il en est qui sont criblées de gros grenats almandins d'un rouge-brun; le minerai de cuivre est accompagné de veinules de quartz, de pyrite ordinaire et pyrite magnétique. A peu de distance il y a plusieurs mines de chrome; on a ici la même relation de voisinage qu'aux environs de Röraas.

Mines de Quickne et Meldal.

Il y a aussi beaucoup de gîtes cuivreux dans les environs de Drontheim; je mentionnerai l'ancienne mine de Quickne, située dans la vallée de l'Örkel-Elv: on y a exploité pendant longtemps une masse quartzeuse et amphibolique, imprégnée de pyrites de fer et de cuivre, et interposée entre des couches de schiste micacé, amphibolique et grenatifère. Plus bas, dans la même vallée, se trouvent les gîtes de Meldal qui sont traversés par des veines de trapp noirâtre et d'une espèce de hornstein contenant aussi de la pyrite de fer et de cuivre.

Mines des environs de Merager, Selboe et Tydal.

Il y a encore des mines en activité à 7 ou 8 myriamètres à l'Est de Drontheim, aux environs de Merager, dans la vallée de Stordal et aux environs de Selboe et Tydal, dans la vallée du Nea-Elv; on y exploite des couches de pyrite de fer jaune et pyrite magnétique imprégnées de pyrite cuivreuse; elle sont interposées entre des couches de schiste micacé et de schiste argileux. On pratique à Selboe la concentration du cuivre par grillage, comme à Foldal.

Zone cuprifère de l'Aardalsfiord.

A l'extrémité de l'Aardalsfiord, une des branches du vaste golfe nommé Sognefiord, dans la province de Bergen, est une zone cuprifère dont les principaux gîtes se trouvent autour du lac

d'Aardal, et surtout du côté Nord, dans la vallée de Faardal et sur la montagne de Gröndalsfield. Cette bande cuprifère s'étend du Nord au Sud, sur une longueur d'environ 3 myriamètres, jusqu'au fiord de Lyster où l'on a fait des recherches de minerai de cuivre, près de Lövenäs.

Roches schisteuses et cristallines des environs d'Aardal.

En parcourant les environs d'Aardal, j'ai jeté un coup d'œil sur les anciennes mines de cette contrée; elles ont été l'objet d'exploitations importantes pendant le siècle dernier, mais elle sont aujourd'hui entièrement abandonnées. Le sol de cette contrée est formé de roches cristallines, d'un granite porphyrique et peu micacé, de syénite et de schistes divers, micacés, amphiboliques et gneissiques; les directions de ces schistes sont très-variées, mais aux environs d'Aardal, elles tendent à se rapprocher du Nord ou du N.-N.-O. Ce sont les mêmes roches qui constituent le massif des Hurungerne, un des plus élevés de la Scandinavie, et les gîtes cuprifères sont situés sur les contreforts qui environnent ce massif du côté occidental; on croit avoir observé (1), suivant V. Bedemar, que les gîtes sont d'autant moins riches qu'ils sont plus rapprochés des Hurungerne.

Minerais de cuivre.

Les minerais de cuivre sont contenus en général dans des bancs quartzeux associés au gneiss; ils sont de natures diverses et ont subi, dans les parties voisines de la surface, une décomposition très-avancée; ils ont passé à l'état de cuivre carbonaté bleu et vert et de cuivre hydro-silicaté, aussi l'emplacement des gîtes se reconnaît de loin à la coloration verte que présente la surface des rochers. A l'intérieur des gîtes il y a du cuivre pyriteux,

(1) Reise nach hohen Norden, t. I, p. 565.

du cuivre panaché et sulfuré, un peu de blende et de galène, du quartz et du spath calcaire cristallisés dans des druses; on a trouvé aussi du cuivre, de l'argent et de l'or natifs; il y avait de la pyrite cuivreuse très-riche en or.

Mines d'Omdal dans le Tellemarken.

Parmi les mines de la Norwège méridionale, je citerai celles d'Omdal, situées dans le haut Tellemarken, à 25 kilomètres à l'Est du lac Nisser, et dans lesquelles M. de Born a découvert le bismuth telluré. Toute la région environnante est imprégnée de sulfures cuivreux (cuivre pyriteux et panaché) qui sont argentifères; les mines sont fort nombreuses et se trouvent principalement dans des couches de quartz subordonnées au gneiss.

On trouve aussi beaucoup d'indices de minerai de cuivre dans l'Hitterdal, grande vallée qui s'étend des hautes montagnes du Hardanger jusqu'à Porsgrund et Brevig, dans le *Skagerrack*. Il y en a du reste dans presque toute l'étendue du haut Tellemarken; le cuivre de cette région est presque toujours argentifère; il contient environ 0,00015 d'argent et un peu d'or.

Gîtes de cuivre sulfuré de Strömsheien.

Un peu au Sud-Ouest d'Omdal, sont les mines de Strömsheien, situées sur un plateau élevé d'un millier de mètres, entre Valle, dans le Sœterdal, et Moland, dans le Tellemarken; ces mines sont remarquables par la présence d'une grande quantité de sulfure de cuivre qui est associé à des filons granitiques interposés dans le gneiss.

Il y a une autre mine où l'on trouve aussi beaucoup de sulfure de cuivre, celle de Bygland, dans le haut Tellemarken; d'après les observations de M. Scheerer (1), le cuivre sulfuré de Bygland dif-

(1) Beiträge zur Kentniss Norwegischer Mineralien, p. 291.

fère de celui de Strömsheien par sa structure et sa densité ; ce savant les regarde comme des espèces dimorphes.

Mines de cuivre de la Suède.

Terrains cuprifères de la Suède.

Nous avons passé en revue les principales mines de cuivre de la Norwège ; celles de la Suède se présentent dans des conditions analogues, ce sont aussi en général des fahlbandes métallifères ou des roches schisteuses imprégnées de cuivre pyriteux et autres sulfures métalliques. Mais la formation de schistes argileux, chloriteux et micacés qui renferme les mines de la contrée de Drontheim et de Röraas, est beaucoup moins développée en Suède qu'en Norwège, aussi les gîtes cuprifères se trouvent en presque totalité dans la formation gneissique. Néanmoins on les trouve rarement dans le gneiss proprement dit ; ils font généralement partie de couches quartzeuses, micacées ou calcaires, qui sont subordonnées au gneiss. Cette règle n'est pas tout à fait sans exception, car le terrain cuprifère d'Åreskuttan, dans le Jemtland, est formé de gneiss, mais c'est un gneiss extrêmement quartzeux et se rapprochant beaucoup du schiste micacé.

Région cuprifère d'Åreskuttan.

Les mines de cuivre d'Åreskuttan se trouvent dans une région de hautes plates-formes, séparées les unes des autres par de grands lacs, et présentant une configuration analogue à celle des environs de Röraas : ces deux régions cuprifères sont d'ailleurs peu éloignées l'un de l'autre, et l'on pourrait considérer les mines du midi de la province de Drontheim et celles du Jemtland, comme appartenant à une même zone (*Pl. IV, fig.* 6) dans laquelle se ran-

geraient aussi les gîtes de Blix, Kövalen, Claeberg, Hastkläppen, etc., situés aux environs de Ljusnedal, dans le Herjedal. Ces derniers ont de l'analogie avec ceux de Röraas; ils sont formés par des couches de micaschiste, imprégnées de pyrite de cuivre et de pyrite de fer, et contenant en outre de l'amphibole, de l'épidote et de la serpentine.

Entre les mines de cuivre de Ljusnedal et celles d'Åreskuttan sont les anciennes mines de Snasahög (Voir la carte *Pl. IV, fig.* 6), près de Handhöl au S.-O. du lac Ånn, et celles de l'Ottsjöfjäll, au S.-O. du lac Ottsjön; un peu plus au Nord, on trouve celles de Rennfiället, au Sud de l'Åresjön. Au Nord du lac Kalln, qui borde le massif d'Åreskuttan, du côté septentrional, il y a encore une mine de cuivre à Engs et une autre à Sandnäset, située au N.-O. du lac Änjen et dans laquelle il y a du cuivre sulfuré et de l'or natif. A l'Est du lac Storbus, sur l'Alderfiäl, il y a des gîtes de galène argentifère.

Mines actuellement exploitées.

Cependant les mines que je viens de citer sont aujourd'hui abandonnées, on n'exploite que celles du massif d'Åreskuttan, qui se trouvent à proximité des deux usines à cuivre de Huså et de Slagså. Plusieurs carrières sont ouvertes sur une bande cuprifère qui longe, du côté Nord, le pied du massif d'Åreskuttan, et s'étend parallèlement au bord du lac Kalln, depuis Févik jusqu'à Huså; les deux mines principales que l'on exploite souterrainement sont celles de Gustavsberg et de Bielke, situées au N.-E. et au N.-O. du sommet le plus élevé d'Åreskuttan.

Nature et disposition des roches cuprifères.

Tous ces gîtes appartiennent à des fahlbandes un peu irrégulières, formées par la dissémination des

pyrites dans les schistes cristallins qui constituent cette région : la roche dominante est un gneiss excessivement quartzeux, contenant quelques petits grains feldspathiques intimement mélangés avec le quartz ; le mica est en petits feuillets qui généralement sont répandus çà et là au milieu de la masse quartzeuse. On remarque aussi des veines ramifiées et généralement peu épaisses de pegmatite, dans lesquelles brillent des lames d'orthose et d'oligoclase ; quelquefois, mais rarement, on trouve de la pyrite de cuivre au milieu de ces veines.

Aux alentours des mines, le gneiss passe fréquemment au micaschiste et contient des lits de schiste amphibolique ; il court en général du N.-O. au S.-E., ou du N.-N.-O. au S.-S.-E., dans un sens à peu près parallèle à l'axe d'Åreskuttan. A Gustavsberg, la direction varie du N. 15° au N. 25° O., avec une pente de quelques degrés seulement au S.-O ; les couches métallifères de *Bielke* sont beaucoup moins plates ; elles courent de l'O. 40° N. à l'E. 40° S. ; leur pente moyenne est de 45° au S.-O.

Épaisseur des gîtes.

A Gustavsberg, l'épaisseur de la fahlbande cuprifère est moyennement de 4 à 5 mètres, mais elle s'élève parfois au double ; à Bielke le gîte est exploité sur une hauteur de 12 à 15 mètres. Malgré son état général de dissémination, le minerai de Bielke se montre particulièrement concentré suivant trois bandes parallèles à la schistosité ; néanmoins l'exploitation se fait par une seule chambre très-vaste, et cette concentration de la pyrite cuivreuse m'eût été difficile à constater d'une manière certaine, si elle ne m'avait été signalée par M. Lindström, directeur des mines.

Minerai de cuivre et substances accessoires.

Le minerai est peu riche; il tient moyennement 2 p. 100 de cuivre à Bielke, et 3 ou 4 à Gustavsberg; la pyrite cuivreuse est accompagnée d'un peu de cuivre panaché, de pyrite de fer jaune et magnétique, de blende et d'un peu de mispickel; la galène est très-rare. La pyrite magnétique et la blende sont assez abondantes à Bielke, beaucoup plus qu'à Gustavsberg. On trouve dans ces deux mines des veines d'hornblende noirâtre, de l'épidote cristallisée et grenue, du sphène associé au feldspath, et des grenats d'un rouge-brun qui forment parfois des géodes, et qui sont répandus abondamment au milieu des schistes cristallins. On trouve aussi des veines de quartz, de la chaux carbonatée cristallisée en rhomboèdre et en métastatique dans des druses.

Minéraux zéolitiques.

A Gustavsberg on trouve plusieurs minéraux zéolitiques; là est le seul gisement de chabasie que l'on connaisse en Scandinavie; ces substances ne sont point disséminées au milieu des autres gangues silicatées, ou des sulfures métalliques, mais elles tapissent les parois de géodes, ou se trouvent mélangées avec du spath calcaire et une matière argileuse blanchâtre, dans de petits filons qui traversent le gîte. La chabasie est en beaux cristaux rhomboédriques, entre lesquels s'entremêlent des lames de préhnite rectangulaires et mamelonnées; la stilbite et la mésotype sont sous forme lamelleuse et radiée. J'ai remarqué des lames de stilbite implantées sur des rhomboèdres de spath calcaire et couvertes de mésotype fibreuse.

Autres fahlbandes cuprifères.

A l'Est de la mine de Gustavsberg, on a ouvert depuis quelques années plusieurs carrières sur des fahlbandes cuprifères latérales, sur des couches quartzeuses, micacées et amphiboliques qui sont

imprégnées de pyrite cuivreuse. On exploite aussi, près de Févik, sur le bord du lac Kalln, des couches calcaires accompagnées de schistes cristallins, et contenant aussi du minerai de cuivre.

Caractères généraux des gîtes cuprifères de la Suède.

Les gîtes d'Åreskuttan nous ont offert un exemple de sulfures métalliques imprégnant des roches schisteuses et feldspathiques; mais la presque totalité des centaines de gîtes que l'on a exploitées en Suède à différentes époques se trouve dans des roches à peu près dépourvues de feldspath, composées de quartz, de mica, de chlorite, talc, amphibole ou carbonate de chaux. Il n'y a plus aujourd'hui que huit groupes de mines en exploitation dans cette contrée; savoir, Åreskuttan, dans le Jemtland; Falun, Garpenberg, Svartvick et Tomtebo, dans la Dalécarlie; Nyakopparberg et Riddarhytta, dans la Westmanie; Åtvedaberg, dans l'Ostrogothie; on peut encore y joindre Tunaberg en Sudermanie, où l'on produit du cuivre et du minerai de cobalt. A l'exception d'Åreskuttan, toutes ces mines sont contenues non dans le gneiss, mais dans des roches quartzeuses, micacées ou talqueuses; Tunaberg se trouve dans le calcaire. Falun est un gîte très-complexe, mais les autres sont d'une grande simplicité : ce sont des couches de schiste imprégnées de pyrite cuivreuse, de pyrites de fer, et habituellement aussi d'un peu de blende et de galène. Il en est de même des gîtes cuivreux de la région de Juckasjärvi situés au centre de la Laponie. Les minéraux pierreux que l'on rencontre le plus fréquemment dans ces divers gîtes sont, outre les éléments des roches métallifères, l'amphibole et le grenat; le quartz cristallisé et le spath calcaire y sont assez communs.

Mines de Garpenberg.

La Dalécarlie est la province cuprifère par excellence; il s'y trouve un nombre immense de mines; mais quatre exploitations seulement sont restées en activité. Nous allons d'abord examiner les mines de Garpenberg, qui sont fort anciennes : dès le XIIe siècle elles étaient exploitées par l'évêque Engel de Westerås. Elles ont été l'objet de travaux importants qui ont pénétré jusqu'à une profondeur de 300 mètres, mais aujourd'hui leur production a considérablement diminué.

Deux bandes cuprifères à Garpenberg.

Les gîtes principaux consistent en deux bandes cuprifères parallèles, situées sur le bord occidental du lac de Grufsjö ou lac de Garpenberg, et distantes l'une de l'autre de 80 à 90 mètres. Elles sont dirigées moyennement de l'E. 40° N. à l'O. 40° S., et leur inclinaison est de 70° à 85° au S.-E. La bande septentrionale est la plus régulière, et a été exploitée d'une manière continue sur une épaisseur moyenne d'une dizaine de mètres et sur environ 400 mètres de longueur; mais elle paraît avoir encore plus d'étendue et pousser une branche qui s'étend jusqu'à 2 kilomètres au N.-E., sur la rive orientale du lac de Grufsjö, car les couches de schiste micacé qui affleurent avec des couches calcaires près de l'église paroissiale, et qui sont situées sur le prolongement de la bande cuprifère, contiennent du cuivre pyriteux, et on y a même fait des recherches. La bande cuprifère méridionale est plus irrégulière et moins continue; elle se compose d'une série de lentilles disposées en chapelet et présentant une épaisseur variable, qui s'élève jusqu'à 20 ou 30 mètres; un peu plus au midi il y a encore d'autres lentilles ou rognons.

Roches cuprifères.

Le terrain environnant est du gneiss accompagné de micaschiste et de bancs calcaires, mais les

couches métallifères consistent en micaschiste tantôt formé de feuillets de mica larges et ondulés, tantôt présentant des couches alternatives de quartz et de mica gris-blanc en petits feuillets; j'ai aussi remarqué des couches subordonnées de schiste talqueux verdâtre, largement feuilleté, qui m'a paru être stérile. Dans le micaschiste on trouve des lames d'amphibole et une grande quantité de grenats rouges et roses; il y a aussi beaucoup de veines ondulées et de nodules de quartz hyalin.

Minerai de cuivre et substances accessoires.

Le cuivre pyriteux se trouve à la fois dans les veines quartzeuses, où il forme comme un réseau, et dans le micaschiste, où il est parsemé, comme dans toutes les fahlbandes, sous forme de nodules, filets, etc. Avec le cuivre pyriteux, il y a du cuivre panaché, de la pyrite de fer, du mispickel, de la galène et de la blende. On y trouve aussi, mais rarement, de la chaux fluatée, du spinelle zincifère ou gahnite en cristaux octaédriques dans du quartz : Hisinger y indique en outre de la paranthine dans du calcaire et de la laumonite (1).

Anciennes mines de cuivre près de Smedsbo.

Avant de décrire les mines de Falun, je vais signaler un exemple de roche calcaire imprégnée de cuivre pyriteux que j'ai observé à 4 ou 5 kilomètres de Falun, sur la route de Lecksand, non loin du village et de l'ancienne usine à cuivre de Smedsbo. Sur ces anciennes mines on voit des couches de micaschiste et de calcaire cristallin blanc, grenu et lamelleux, renfermant des noyaux bruns, à éclat gras, d'apparence serpentineuse : souvent ici le micaschiste et le calcaire semblent

(1) Hisinger's Versuch, etc., p. 64.

se fondre l'un daus l'autre et forment alors une espèce de marbre cipolin, pénétré d'une grande quantité de paillettes de mica. Les couches sont traversées par des skölar, ou veines courbes, verdâtres, très-lisses et douces au toucher, formées de talc passant à la serpentine. Il y a aussi des veines irrégulières, ayant quelquefois plus d'un mètre d'épaisseur, de serpentine verdâtre et d'une variété de serpentine noble, jaune et fortement translucide. Au milieu du schiste micacé, du calcaire et des skölar, on remarque un très-grand nombre de lames de trémolite blanche et d'un vert clair, disposée en faisceaux radiés. La pyrite cuivreuse est disséminée dans toutes ces roches et accompagnée de pyrite de fer et d'un peu de blende brune, à petites lames.

Mines de Falun.

Micaschiste autour des mines de Falun.

La roche dominante dans la contrée de Falun est un mélange de granite et de gneiss, mais dans le voisinage des mines c'est le micaschiste qui succède au gneiss; on le voit affleurer à peu de distance des bâtiments d'exploitation, du côté Sud-Ouest : là il est en couches presque verticales, dont la direction varie entre le N.-N.-E. et l'E.-O., et dans lesquelles se trouve de la pyrite cuivreuse qui a été exploitée anciennement; on y remarque aussi des masses irrégulières de diorite traversées par un grand nombre de petits filons de quartz blanc, et une espèce de roche granitique à grains fins, très-quartzeuse et renfermant des paillettes de mica noir.

Roche quartzeuse cuprifère.

Dans les mines actuellement exploitées le micaschiste est peu développé, la roche qui contient

les principaux amas de minerai consiste en une masse quartzeuse ordinairement d'un gris foncé, esquilleuse et fendillée dans la cassure, présentant un éclat gras très-prononcé; souvent on y remarque un mélange de parties hyalines et de parties faiblement translucides; il y en a aussi de diversement colorées, les unes en jaune-brun et en rouge clair, les autres en gris-noirâtre; mais elles semblent se fondre les unes dans les autres. Presque partout, au milieu du quartz, sont disséminés de petits feuillets de mica noir ou d'un gris foncé; au lieu d'être couchés parallèlement à un même plan, comme cela a lieu généralement dans le micaschiste, ils sont diversement orientés, de façon que la masse de quartz offre une cassure inégale et non schisteuse; souvent on y remarque des lames d'amphibole, mais moins abondantes que celles de mica.

De l'origine de cette roche.

L'origine de cette roche est énigmatique; M. Hausman et d'autres personnes la considèrent comme résultant d'un grand développement des lits quartzeux qui alternent habituellement avec les lits de mica dans le micaschiste; cependant son énorme épaisseur, sa structure, l'absence de traces visibles de stratification et de schistosité rendent cette manière de voir au moins incertaine : on ne peut rien affirmer à cet égard, mais il ne serait pas impossible que cette roche eût été injectée entre les couches de micaschiste et qu'elle en eût bouleversé la stratification.

Importance des Skölar chlorito-talqueux.

Dans beaucoup de gîtes de fer oxydulé et de cuivre pyriteux nous avons signalé la présence des skölar ou veines courbes de chlorite, talc et serpentine; elles ne paraissent pas exercer d'influence sur les gîtes de minerai de fer qu'elles traversent

et que souvent elles encaissent en manière de salbandes; mais à Falun elles jouent le principal rôle et servent de guide au mineur dans la poursuite des sulfures de cuivre et de plomb; elles ont dû exercer une puissante action sur le dépôt de la pyrite cuivreuse, car les masses cuprifères les plus riches longent les skölar. Que l'on conçoive des veines de chlorite talqueuse (ou passant au talc), courbes et ondulées, traversant la roche quartzeuse de manière à s'entrecroiser, elles la découperont en rognons de formes et de grandeurs diverses, les uns aplatis et lenticulaires, les autres ovoïdes.

Rognon de Storgruva.

Les rognons les plus vastes semblent former des gîtes cuivreux distincts les uns des autres, ce sont des espèces d'amas passant aux stockwerks; pour se faire une idée exacte du rognon principal, celui de Storgruva (*la grande mine*) (*Pl. IV*, *fig.* 7, 8 et 9), il faut se représenter une grande partie de la roche quartzeuse comme ayant été remplacée par de la pyrite de fer massive accompagnée d'un peu de pyrite de cuivre; celle-ci s'est concentrée principalement sur le pourtour de la masse et semble tapisser les skölar, comme le ferait une substance cristalline se séparant d'une dissolution et se déposant sur les parois du vase où elle est renfermée : de la galène et de la blende lamelleuse ont cristallisé avec la pyrite de cuivre le long des skölars qui encaissent le rognon de Storgruva.

Rognons cuprifères latéraux.

Les autres rognons sont beaucoup moins épais que celui de Storgruva, et contiennent bien moins de sulfure de fer; la pyrite de cuivre se trouve disséminée dans la roche quartzeuse, en manière de stockwerk, elle y forme des mouches, des nodules et de petits filons; mais elle offre encore les mêmes

phénomènes de concentration au voisinage des skölar et se trouve aussi interposée çà et là au milieu d'eux, de façon que les mineurs ont été conduits naturellement à percer les galeries le long de ces veines de chlorite talqueuse.

Les skölar ont des épaisseurs très-diverses qui varient de quelques millimètres jusqu'à 50 mètres; leur puissance moyenne est de 10 à 20 mètres; les veines minces sont formées presque entièrement de chlorite passant au talc, d'un gris-verdâtre, douce au toucher, largement feuilletée dans un sens parallèle aux parois des veines qui sont toujours lisses, brillantes et quelquefois striées. Les skölar épais sont formés par la réunion de plusieurs bandes lenticulaires et ondulées, dans l'intervalle desquelles sont renfermées des substances diverses, principalement de l'amphibole, de la serpentine, du quartz, de la chaux carbonatée et plusieurs autres minéraux que nous décrirons plus loin. Épaisseur et composition des skölar.

Outre la roche quartzeuse et le schiste micacé on observe dans les mines de Falun une grande lentille calcaire entourée par les skölar et allongée dans le même sens qu'eux, du N.-O. au S.-E.; elle s'étend principalement au Sud-Est du rognon de Storgruva. Près de son extrémité Nord-Ouest cette lentille est très-mince et se termine en pointe, mais vers le Sud-Est elle s'élargit et acquiert une épaisseur de 20 mètres. Elle consiste en un calcaire très-cristallin, grenu et lamelleux, contenant en certaines parties des noyaux compactes, tendres, d'un brun-noirâtre, ayant l'aspect serpentineux. Entre les lames calcaires, et surtout au milieu de ces noyaux, se trouvent des grains de pyrite de fer et de pyrite cuivreuse. Lentille de calcaire cristallin.

Roche dioritique nommée Trapp.

J'ai encore à signaler une roche à laquelle on a donné le nom de trapp, mais qui est simplement une diorite à grains fins, d'un vert foncé ou noirâtre ; on y distingue beaucoup d'aiguilles d'amphibole ; j'y ai vu aussi quelques petits grains de quartz et des cristaux minces, allongés, à hémitropie concave, qui paraissent être de l'albite. Ces masses dioritiques se comportent comme des filons irréguliers et d'épaisseurs un peu variables, ayant jusqu'à 15 et 20 mètres de puissance. Elles courent en général du N.-E. au S.-O. et paraissent être antérieures aux skölar, car ceux-ci les coupent et les rejettent, comme M. Hausman l'avait annoncé il y a plusieurs années ; ces roches dioritiques sont aussi métallifères, mais pauvres ; elles contiennent des pyrites de cuivre et de fer sous forme de mouches et filets.

La complexité du gîte de Falun est encore augmentée par la présence de masses isolées de granite qui ont été rencontrées sur divers points et qu'a signalées M. Daubrée dans son intéressant Mémoire ; elles ont la forme de rognons ou d'énormes blocs. M. Troïlius, qui a levé le plan de ces mines, les regarde comme des blocs empâtés.

Forme et dimensions du rognon de Storgruva.

L'énorme rognon de Storgruva, qui forme depuis plusieurs siècles la partie la plus importante de l'exploitation de Falun, a la forme d'un large cône dont la pointe tournée en bas est émoussée ; la ligne médiane ou l'axe est inclinée d'environ 80° à l'E.-S.-E., le côté oriental est aplati et presque vertical ; le côté occidental offre une courbure arrondie et plonge d'environ 60° à l'Est, comme le montre la coupe verticale représentée *Pl. IV, fig. 7*. Des sections horizontales de ce rognon faites à diverses hauteurs présentent dans les parties supérieures

un parallélogramme imparfait à angles émoussés, mais dans les parties inférieures, elles se rapprochent de la forme circulaire (voir *Pl. IV*, *fig* 8 et 9). C'est près de la surface que ce rognon gigantesque offre les plus grandes dimensions; elles sont de 240 mètres de longueur de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E. et de 160 mètres en largeur du N.-N.-E. au S.-S.-O. L'amas va en s'amincissant de plus en plus dans la profondeur, de façon qu'au niveau de 340 mètres, les parois opposées se rejoignent en s'arrondissant et présentant la forme d'un fond de marmite.

Disposition de la zone la plus riche en pyrite de cuivre.

La pyrite de cuivre se trouvant concentrée sur le pourtour du rognon, c'est la zone périphérique qui est principalement exploitable, comme le montrent les coupes horizontales faites à différents niveaux. Cette zone riche, qui a fourni jusqu'à ce jour la plus grande partie du minerai, ne paraît pas avoir une égale épaisseur partout, du moins à en juger d'après l'étendue des travaux : en effet, le vide annulaire qui s'est formé par l'évidement périphérique, offre au niveau de 250 mètres une largeur plus grande du côté méridional que du côté septentrional, et au niveau de 300 mètres, c'est du côté oriental que se trouve le maximum de largeur. Toutefois, il faut observer que l'épaisseur sur laquelle a été exploitée cette zone cuprifère concentrique aux skölar ne diminue pas notablement par le bas, bien que le diamètre du rognon aille en décroissant; il en résulte qu'au niveau de 330 mètres (*fig*. 7), le rognon a été exploité dans presque toute l'étendue de sa section horizontale. En général, c'est sur les côtés Sud et Sud-Ouest que le rognon s'est trouvé le plus riche; comme la pyrite de cuivre n'est pas contenue exclusive-

ment dans la zone qui borde les skölars, et qu'elle est aussi disséminée en quantité variable à l'intérieur de la masse, les travaux d'exploitation se sont prolongés en beaucoup d'endroits jusqu'à la partie centrale du rognon de Storgruva, et il est vraisemblable qu'on pourra leur donner par la suite un beaucoup plus grand développement dans ce sens.

Les mêmes skölar qui entourent le rognon de Storgruva se prolongent au delà ; du côté occidental, ils sont allongés du N.-E. au S.-O.; c'est à Storgruva qu'ils se courbent, et à l'Est de cette mine, ils courent généralement du N.-O. au S.-E. D'ailleurs, il y a d'autres skölar qui viennent s'y réunir, ou les couper, et qu'on pourrait appeler des croiseurs. Les rognons situés latéralement par rapport à Storgruva ont une forme lenticulaire et sont allongés dans le même sens que les skölar principaux; ils contiennent peu de pyrite de fer massive, le cuivre pyriteux forme des veinules dans la roche quartzeuse, ou bien il est associé à la chlorite talqueuse des skölar; les principaux travaux d'exploitation établis sur des masses cuprifères latérales sont ceux de Drotning à l'Est, de Storgruva et de Lovisa à l'Ouest; ils communiquent avec ceux du rognon central.

Situation et avenir de ces mines.

En raison de ses vastes dimensions et de sa richesse, c'est l'amas de pyrite cuprifère de Storgruva qui a fourni depuis cinq siècles la plus grande partie du minerai de Falun. Il y a plus de quarante ans que l'on a atteint l'extrémité inférieure de cet amas, cependant on est encore bien loin d'avoir exploité toute la masse cuprifère, et l'épuisement du gîte ne paraît pas être imminent; mais l'exploitation est devenue difficile et dangereuse, à cause des éboulements nombreux qu'a occasionnés l'inex-

périence des anciens exploitants; la roche métallifère a été disloquée, et c'est au milieu de masses fracturées et mouvantes, que se trouve une partie des ateliers actuels; l'exploitation de Falun est à peu près dans les mêmes conditions que celle des importantes mines de fer de Rancié dans l'Ariége. Néanmoins, les massifs métalliques latéraux ne sont pas épuisés, et les nombreux filons de pyrite cuivreuse qui se ramifient au milieu de la roche de quartz et auxquels on n'avait pas fait assez d'attention autrefois, sont susceptibles d'alimenter les usines de Falun pendant bien des années; mais la production du cuivre est devenue beaucoup moindre qu'elle ne l'a été autrefois, et elle est destinée à diminuer graduellement.

Pauvreté du minerai de Falun.

Le minerai de cuivre de Falun est plus pauvre qu'on ne le croit en général, on le soumet au grillage et à la fonte sans lui faire subir de bocardage ni de lavage; après un simple triage à la main, sa teneur moyenne est seulement de 2 1/2 à 3 p. 0/0; aussi la prospérité des mines de Falun tient beaucoup plus à l'abondance qu'à la richesse de la matière. Tous les minerais renferment le cuivre à l'état de sulfure, on les divise en plusieurs espèces:

Il y a cinq sortes de minerai.

1° Le minerai tendre ou pyriteux (*blötmalm*), qui consiste en pyrite de fer cuprifère, très-peu mélangée de gangue pierreuse, et provient principalement de l'amas de Storgruva;

2° Le minerai tenace ou chloriteux (*segmalm*), qui a pour gangues de la chlorite, du talc, du mica, de l'amphibole, etc.; c'est le minerai associé aux skölar;

3° Le minerai dur ou quartzeux (*hårdmalm*), qui a pour gangue principale la roche de quartz et qui est peu mélangé de pyrite de fer;

4° Le minerai d'argent (*silvermalm*), qui est formé principalement de galène, avec un peu de pyrites de fer et cuivre, et de blende; il est traité pour plomb, cuivre, argent et or;

5° La pyrite de fer très-pauvre en cuivre (*kies*), qui est employée à la fabrication du soufre.

Pyrite de fer jaune et pyrite magnétique.

La substance métallique de beaucoup la plus abondante à Falun est la pyrite de fer ordinaire; dans une grande partie de l'amas de Storgruva elle est massive, presque sans gangue; celle que l'on traite comme minerai de cuivre tient moyennement 2 à 3 p. o/o de ce métal. Elle est plutôt grenue que compacte, se présente comme un agglomérat de grains cristallins où l'on distingue quelquefois des dodécaèdres pentagonaux ou des cubes; c'est surtout au milieu des masses feuilletées de talc et de chlorite que l'on rencontre des cubes parfaitement formés, soit à Falun, soit dans d'autres mines de la Scandinavie. La pyrite magnétique d'un gris-brun est assez commune, on la trouve associée à la pyrite ordinaire, au cuivre pyriteux et à la galène.

Cuivre pyriteux et panaché, blende et galène.

La pyrite de cuivre est très-souvent accompagnée de cuivre panaché dont la présence est manifestée par ce fait que la teneur du minerai pur est alors supérieure à 34 p. o/o de cuivre. La pyrite de cuivre est ordinairement disséminée en particutes plus ténues dans la roche de quartz que dans les skölar; elle s'y montre en grains, mouches et filets réticulés. Au voisinage et au contact des skölar, la pyrite cuivreuse de Storgruva est accompagnée de blende lamelleuse noire ou brune, et de galène à facettes moyennes, un peu courbes, dans laquelle M. Berzélius a signalé la présence du sélénium; j'en ai essayé plusieurs échantillons,

tous en renfermaient. La galène est en faible proportion relativement à la pyrite, car la production en cuivre étant d'environ 4.000 quintaux métriques par an, on obtient seulement 150 a 160 q. m. de plomb et 80 kilogrammes d'argent. Ce dernier métal est redissous dans l'acide nitrique et laisse comme résidu 0 kil., 637 d'or; sa teneur est donc d'environ 0,008. Le minerai de galène se trouve principalement sur le pourtour du rognon de Storgruva; après cassage à la main et triage il contient 35 p. o/o de plomb et 0,0017 d'argent. On a observé que la richesse en argent de la galène pure va en augmentant avec la profondeur; ainsi depuis la surface jusqu'à 28 mètres elle renferme seulement 0,00100 d'argent; au-dessous elle en contient 0,00100 à 0,00200 et à 335 mètres, sa teneur est de 0,00310.

Quoique parmi les minerais de Falun on ne distingue pas de substance cobaltifère, ce métal y existe cependant, car l'analyse en démontre la présence dans le cuivre noir de Falun, qui contient aussi un peu de plomb et d'antimoine : ces deux métaux sont associés ensemble dans les minerais, car dans une collection d'échantillons de Falun j'ai observé de la géokronite (plomb sulf-antimonié).

Talc, mica, feldspath et quartz.

Le talc se trouve à Falun non-seulement sous forme de masses feuilletées passant à la chlorite et formant les skölar, mais aussi en petites écailles d'un blanc d'argent; il y a en outre du mica brun cristallisé en prismes hexagonaux. Le feldspath est ici très-rare, le quartz est quelquefois cristallisé, mais plus habituellement compacte.

Amphibole, hornblende, actinote et trémolite.

L'amphibole est très-abondante; l'actinote m'a paru être plus fréquente que l'hornblende et souvent il y a un passage de l'actinote verte à la tré-

molite demi-transparente, blanche ou d'un jaune vert : ces deux substances se trouvent répandues ça et là ou agglomérées par nids au milieu des skölar chlorito-talqueux et de la roche de quartz. Souvent la trémolite forme de longs prismes rhomboïdaux orientés obliquement par rapport aux feuillets des skölar ou du micaschiste et offrant ainsi la même disposition que la staurotide et le disthène dans les schistes talqueux du Saint-Gothard et de la Bretagne.

Association intime de l'actinote et de la trémolite avec les sulfures métalliques.

On observe à Falun des associations fort curieuses de l'actinote et surtout de la trémolite avec les pyrites de fer et de cuivre, avec la blende et la galène : tantôt les lames allongées et fibreuses de l'amphibole sont disposées en rosaces ou en faisceaux radiés, tantôt elles sont parsemées çà et là au milieu de la masse pyriteuse. Le mélange de la trémolite et des sulfures est quelquefois si intime que ceux-ci semblent avoir pris la forme aciculaire de l'amphibole; il y a des masses fibreuses qui paraissent entièrement formées de sulfures métalliques, mais si on en examine des parcelles à une forte loupe, on y distingue des aiguilles de trémolite qui, étant par elles-mêmes diaphanes ou presque incolores, empruntent aux sulfures dont elles sont mélangées leur couleur jaune, brune ou bleuâtre; et alors les pyrites, la blende et quelquefois même la galène semblent avoir revêtu la forme cristalline de la trémolite.

Pyroxène, grenats almandins.

Le pyroxène est peu commun à Falun, il se montre en masses vertes associées à des grenats; ce sont les grenats almandins que l'on rencontre le plus habituellement au milieu du talc ou de la chlorite feuilletée des skölar; d'ailleurs ce sont des masses feuilletées, micacées, chloriteuses ou talqueuses qui forment le gisement habituel des gre-

nats almandins en Scandinavie et ailleurs. Ici ils sont cristallisés sous leur forme habituelle (le dodécaèdre rhomboïdal) et quelquefois ils sont couverts d'une pellicule chloriteuse.

Cristaux de fer oxydulé souvent recouverts de chlorite.

Le fer oxydulé se présente ici de deux manières différentes; souvent il est disséminé çà et là au milieu de la roche de quartz cuprifère sous forme de grains cristallins de la grosseur d'une lentille, mais c'est au milieu de la chlorite des skölar que l'on trouve des octaèdres parfaits ayant de 1 à 2 centimètres d'épaisseur et recouverts de chlorite feuilletée, de façon qu'ils ressemblent à de la chlorite cristallisée en octaèdre; en les brisant on y trouve quelquefois des grains de pyrite de fer et de cuivre répandus au milieu du fer oxydulé.

Gahnite.

La gahnite ou spinelle zincifère (aluminate de zinc), sous formes d'octaèdres réguliers, a été trouvée en petite quantité dans une masse de talc feuilleté à *Ericmatt*, l'une des mines de Falun; on l'a aussi rencontrée aux mines de Näfverberg, près de Falun, au milieu d'une masse de mica brun et d'actinote, avec de la pyrite cuivreuse et de la pyrite magnétique.

Il y a différentes sortes de Falunite.

La falunite ou triclasite est répandue assez abondamment au milieu des skölar talqueux : on avait d'abord confondu plusieurs minéraux sous le même nom; depuis on a distingué une substance prismatique, d'un jaune-brun, translucide, faisant feu au briquet, présentant une indication de clivage perpendiculaire à l'axe des prismes. La similitude de composition a fait rattacher ce minéral à la dichroïte; en effet, l'analyse a fourni à MM. Hisinger et Strohmeyer les éléments de la formule $MS^2 + 3AS$, c'est-à-dire d'un silicate double d'alumine et de magnésie; M. Hisinger y a trouvé un demi-atome d'eau, tandis que la dichroïte est

ordinairement anhydre; mais M. Scheerer en a analysé des variétés qui sont hydratées.

Aspect et gisement de la falunite proprement dite.

La falunite proprement dite, consistant en un hydrosilicate d'alumine ($As^2 + Aq$) se trouve quelquefois en cristaux prismatiques rhomboïdaux, mais habituellement elle est compacte, en noyaux ellipsoïdaux qui paraissent dériver d'un prisme rhomboïdal oblique; elle possède une cassure conchoïde, un éclat gras et cireux; sa couleur est variable, tantôt d'un vert sombre, tantôt d'un jaune-brunâtre. C'est cette variété compacte, se rapprochant un peu par son aspect de la serpentine, qui est de beaucoup la plus abondante; elle est répandue en grande quantité au milieu des skölar talqueux, et souvent elle y forme des espèces de chapelets. A l'entour des noyaux de falunite et souvent aussi à l'intérieur, on trouve des sulfures métalliques, des pyrites de fer et de cuivre ou de la galène.

Andalousite.

Avec la falunite et avec du quartz on trouve quelquefois des prismes rectangulaires d'andalousite violette et d'un rouge pâle.

Dolomie.

La dolomie s'est présentée à Falun, dans les travaux de Lilienberg; elle y est à grandes lames d'un gris-blanc et gris-bleuâtre, mélangée avec la triclasite.

Gypse et anhydrite.

Quelquefois dans les skölar les plaques feuilletées de chlorite ou de talc laissent entre elles des vides lenticulaires en forme de druses, qui sont tapissés de cristaux de quartz et à l'intérieur se trouve du gypse blanc lamelleux (*Pl.IV, fig.* 10). On trouve aussi de l'anhydrite lamelleux d'un gris-blanchâtre ou violacé, accompagné de serpentine, de pyrite cuivreuse et de galène.

Apophyllite et laumonite.

A Falun il y deux espèces de zéolites : l'apophyllite et la laumonite. La première n'a été ren-

contrée qu'une fois à Storgruva, cristallisée en prisme à base carrée, présentant des troncatures sur les angles. La laumonite est fort abondante et se trouve en grandes masses dans certaines parties de Storgruva; sa disposition se manifeste avec évidence sur la paroi méridionale du grand effondrement; là elle forme une espèce de bande dirigée du N.-E. au S.-O. et plongeant vers le S.-E., bande de laquelle se sépare une foule de veines qui se ramifient à travers la roche de quartz et les sköl ar chloriteux.

Conglomérat de fragments de quartz cuprifère cimentés par de la laumonite.

Il a dû se produire des phénomènes particuliers de dislocation; la masse quartzeuse s'est rompue en une multitude de fragments, et il s'est formé un véritable conglomérat par trituration, auquel la laumonite sert de ciment. A l'intérieur des fragments anguleux de quartz gris, blanc et noirâtre, on voit des grains et des mouches de pyrite de fer et de cuivre; tandis que la laumonite qui les empâte forme une masse lamelleuse d'un gris-blanc et rouge de chair, dans laquelle on ne voit pas de traces de minerai de cuivre; par conséquent la dislocation de la roche de quartz et sa réagglutination à l'aide de la laumonite ont eu lieu après le dépôt de la pyrite cuivreuse. Dans le voisinage on observe un trapp lamelleux d'un gris-verdâtre, ou roche dioritique, qui est elle-même traversée par une foule de veinules très-minces de laumonite; ici la diorite forme un filon de 3 à 4 mètres d'épaisseur qui court du N.-E. au S.-O. en plongeant au S.-E. On voit aussi à l'intérieur de Storgruva, au S.-O. d'un puits nommé Kreuzschacht et auprès d'un filon dioritique, des veinules de laumonite ramifiées à travers une masse schisteuse en décomposition, qui paraît formée de chlorite, de mica et d'amphibole.

La laumonite de Falun est semblable à celle d'Huelgoet, mais elle est à plus petites lames et moins nettement cristallisée; elle se comporte de la même manière au chalumeau et avec les acides. Elle s'effleurit aussi spontanément lorsqu'elle est abandonnée à l'air, elle perd alors sa translucidité, devient friable et blanchâtre.

Produits de décomposition.

On trouve à Falun divers produits de décomposition, sous forme d'efflorescences ou de cristaux groupés en stalactites, du zinc sulfaté, du fer sulfaté vert et du fer sulfaté rouge qui, d'après les recherches de M. Berzélius, est un sulfate double hydraté de protoxyde et de peroxyde de fer associé à du sulfate de magnésie; une partie des eaux qui sortent de la mine de Falun sont assez chargées de sulfate de fer pour qu'on puisse les employer à la fabrication de la couperose.

Des phénomènes qui se sont développés à Falun.

Si l'on considère l'ensemble des faits que nous venons d'exposer, on reconnaît que les gîtes de Falun sont le résultat de phénomènes très-complexes. On a d'abord des roches de micaschiste et de calcaire qui probablement sont sédimentaires et métamorphiques, et peut-être en est-il de même de la roche de quartz micacé, bien qu'elle ne paraisse pas être stratifiée. Ensuite on a les filons de trapp ou diorite grenu qui sont postérieurs à la roche de quartz et au micaschiste, puis les skölar chloriteux et talqueux qui sont plus modernes que toutes les roches ci-dessus, puisqu'ils les coupent. Malgré les différences d'âge de ces roches, elles sont toutes métallifères sans exception, mais à divers degrés. C'est autour des skölar que s'est concentrée principalement la pyrite cuivreuse; cependant elle s'étend fort loin de ces veines, en s'appauvrissant beaucoup il est vrai; ainsi on a reconnu à Falun

que même en dehors des mines il y a de la pyrite de cuivre disséminée en petite quantité dans la roche de quartz.

Les théories par lesquelles on explique la formation des dépôts métallifères en général ne paraissent pas applicables aux mines de Falun ; il est surtout difficile de concevoir comment s'est formé l'amas de pyrite cuprifère de Storgruva : la supposition qui semble la plus naturelle, consiste à regarder la roche de quartz et les pyrites comme s'étant injectées à l'état d'un magma pâteux, mais elle est sujette à plusieurs difficultés ; ainsi elle paraît peu en harmonie d'abord avec la forme de l'amas qui est un cône renversé, puis avec la dissémination des pyrites dans la diorite trappéenne qui est postérieur à la roche de quartz, et enfin avec la concentration de la pyrite cuivreuse, de la galène et de la blende autour et au dedans des skölar qui se sont eux-mêmes formés après le diorite. La formation de l'amas de Storgruva est difficile à expliquer.

Il y a ici cinq roches différentes, le micaschiste, le quartz, le calcaire, la diorite, et les skölar ; il est impossible qu'elles aient toutes la même origine, qu'elles aient été formées à la même époque ou qu'elles aient surgi toutes à la fois dans un état du fusion pâteuse ; cependant, comme elles contiennent toutes des sulfures métalliques, il faut admettre que ces sulfures ont eu la faculté de se transporter à des distances un peu grandes en cheminant à travers des roches solides et se disséminant au milieu d'elles. Quant aux skölar, on peut les considérer comme ayant exercé une action de concentration ou action de contact sur la pyrite de cuivre et la galène, action analogue à celle qu'ont produite certaines roches encaissantes sur les minerais contenus dans les véritables filons. Le dépôt des sulfures métalliques a dû accompagner Dissémination des sulfures métalliques dans cinq roches différentes.

ou suivre de près la formation des skölar; les sulfures ont pu profiter pour s'introduire à travers les roches des surfaces de disjonction que présentaient les filons dioritiques et les skölar, surfaces suivant lesquelles se sont faits des mouvements de terrains manifestés par les stries de glissement que l'on remarque fréquemment à la surface des veines de talc, de chlorite ou de serpentine.

Mines d'Åtvedaberg, de Nyakopparberg et Riddarhytta.

Les mines d'Åtvedaberg, en Ostrogothie, où l'on exploite des assises de micaschiste imprégnées de pyrite, sont actuellement les plus importantes après celles de Falun; elles produisent chaque année environ 2.000 quintaux métriques de cuivre. Il y a eu autrefois des travaux fort étendus à Nyakopparberg et Riddarhytta en Westmanie; on y exploitait des bandes parallèles de fer oxydulé et de cuivre pyriteux; mais ces mines sont aujourd'hui devenues peu productives : à Riddarhytta il y a, outre le cuivre pyriteux, du cobalt gris, du sulfure de bismuth, et du sulfure de cobalt ou plutôt un sulfure triple contenant 43,2 pour 100 de cobalt, 14,4 de cuivre, et 3,5 de fer.

Mines d'Orriyärvi en Finlande.

Les mines de cuivre d'Orriyärvi, situées en Finlande, entre Helsingfors et Åbo, offrent plusieurs traits d'analogie avec celles de Falun : le minerai est aussi disséminé dans du micachiste et dans une roche de quartz. Le micaschiste est chargé de feuillets de mica noir, renferme souvent des lames d'hornblende et tend alors à passer au schiste amphibolique; les couches sont dirigées du N.-N.-E. au S.-S.-O. et plongent de 45 à 50° au S.-E. La roche quartzeuse est analogue à celle de Falun, compacte, à cassure inégale, fendillée, faiblement translucide, grise et parfois d'un gris-bleuâtre, contenant des feuillets de mica et des aiguilles

d'amphibole disséminées çà et là ou groupées par places. Près des mines affleure un granite à petits grains, qui est très-siliceux et tend même à passer à la roche de quartz. Celle-ci forme des masses interposées dans le micaschiste; leur contact a lieu suivant une surface un peu ondulée dans le voisinage de laquelle le minerai de cuivre paraît être plus abondant qu'ailleurs. On remarque aussi des amandes lenticulaires de schiste micacé enchâssées au milieu de la roche quartzeuse.

Minéraux accessoires.

Plusieurs minéraux ont cristallisé dans ces deux roches : ce sont les trois sous-espèces d'amphibole, l'hornblende, l'actinote et la trémolite, du pyroxène vert, des grenats, de la dichroïte, du fer oxydulé, du molybdène sulfuré. On trouve encore dans des druses ou fissures des cristaux de quartz hyalin, incolore ou améthyste, de la chaux carbonatée et fluatée, du fer spathique, de l'hydroxyde de fer en fibres cristallines implantées sur les cristaux de quartz ou entremêlées avec eux.

Sulfures métalliques.

Le minerai est de la pyrite cuivreuse, quelquefois accompagnée de cuivre panaché; il y a de la pyrite de fer jaune et de la pyrite magnétique, mais en quantité beaucoup moindre qu'à Falun; à ces sulfures sont associées de la blende noire, lamelleuse concentrée dans des nids et de la galène; ce dernier minéral est en trop petite quantité pour être l'objet d'un traitement métallurgique. La pyrite de cuivre forme des mouches et filets dans le quartz; elle se trouve ordinairement en nodules plus épais dans le micaschiste; le minerai qui en provient a une teneur de 2 1/2 à 3 pour 100 de cuivre et peut subir de suite le traitement métallurgique, tandis que le minerai à gangue quartzeuse ne renferme que 1 à 1 1/2 pour 100 de cui-

vre ; aussi est-on forcé de le passer au bocard et de l'enrichir par lavage.

Le gîte d'Orriyärvi a la forme d'un amas dont l'épaisseur est variable ; c'est à une trentaine de mètres au-dessous de la surface qu'il a offert la plus grande richesse. Les mines actuelles ont une profondeur d'environ 140 mètres.

Mines de cuivre et d'étain de Pitkäranta en Finlande.

Pour compléter la description des mines de cuivre, j'ai encore à faire connaître celles de Pitkäranta situées en Finlande, dans le gouvernement de Sordawala, près d'Imbelax, sur le côté Nord-Est du lac Ladoga. On y exploite depuis peu d'années un gîte remarquable par l'association du fer oxydulé, de l'étain oxydé et du cuivre pyriteux ; mais les travaux étaient peu développés à l'époque où je les ai visités, à la fin de l'année 1839.

La *fig.* 11, *Pl. IV*, représente une coupe générale du terrain : depuis le lac Ladoga jusqu'aux collines situées à 1.200 ou 1.500 mètres au Nord-Est, s'étend une succession alternative de roches diverses, de granite moderne à gros grains, de micaschiste et de roche amphibolique (diorite ou grünstein) renfermant plusieurs minerais métalliques, s'entremêlant avec le micaschiste et présentant souvent elle-même une structure schisteuse. Au delà on voit reparaître du micaschiste accompagné de granite moderne, puis on s'élève sur des collines composées de granite ancien à grains moyens.

Relation entre le granite et le diorite.

La coupe représentée *fig.* 12, *Pl. IV*, montre la disposition des couches de micaschiste et de diorite cupro-stannifère que traversent des veines branchues et irrégulières de granite moderne ; on voit donc ici se manifester entre la diorite et le granite moderne à gros grains les mêmes relations que nous avons déjà signalées en décrivant les mines de fer

de la Suède et de la Finlande. Le gîte de Pitkäranta affleure à 300 mètres environ du lac Ladoga; en 1839 quatre puits avaient été foncés dessus; ils avaient une profondeur d'une trentaine de mètres, et l'on avait percé en outre plusieurs galeries. Le gîte est très-puissant, la zone de micaschiste et d'amphibolite dans laquelle sont disséminés inégalement les minerais métalliques n'a pas moins de 12 à 14 mètres d'épaisseur, mais elle ne paraît pas être exploitable sur toute cette largeur; elle forme une bande allongée dans le sens de la schistosité du micaschiste, c'est-à-dire du N.-O. au S.-E. L'inclinaison est vers le S.-O. et un peu variable; dans la partie septentrionale elle est de 70°; mais dans le quatrième puits qui se trouve le plus au Sud, elle est seulement de 45°. Disposition du gîte.

La roche dioritique est composée en majeure partie d'amphibole verdâtre, lamelleuse, et avec elle on trouve souvent une grande quantité de grenats; il y en a de très-gros ayant la forme d'un dodécaèdre rhomboïdal émarginé, c'est-à-dire tronqué sur ses arêtes; ces minéraux sont accompagnés de pyroxène et d'épidote. Diorite grenatifère.

L'amphibolite renferme de petits grains de fer oxidulé répandus inégalement au milieu de la masse; tantôt ils sont presque indiscernables, tantôt ils sont assez multipliés pour former un véritable minerai de fer. Comme le fer oxydulé, l'oxyde d'étain est disséminé par grains dans la masse amphibolique; parfois il est concentré dans des veinules. Les deux oxydes d'étain et de fer se trouvent donc réunis dans la même roche; mais dans le troisième puits où on exploite principalement l'étain, il y a peu de fer oxydulé. A une profondeur de 28 à 30 mètres, on a rencontré dans Dissémination du fer oxydulé et de l'oxyde d'étain dans la roche amphibolique.

ce puits une masse de pegmatite qui s'est injectée au milieu du diorite stannifère et qui est dépourvue d'étain oxydé; du reste, c'est ce même granite qui dans toute la Scandinavie se montre presque toujours stérile en minerais métalliques; ici autour de la pegmatite on voit une multitude de veines ramifiées de spath calcaire et de quartz.

Cuivre pyriteux et autres sulfures métalliques.

Le cuivre pyriteux m'a paru être plus concentré dans les parties riches en grenats et dans celles où la roche amphibolique est lamelleuse que dans les points où le diorite est à grains fins ou presque compacte. Il y a des zones parallèles à la schistosité qui sont riches en pyrite cuivreuse, tandis que d'autres situées tout auprès, sont pauvres ou stériles. D'ailleurs le micaschiste est aussi cuprifère. A la pyrite cuivreuse sont associés d'autres sulfures, de la pyrite de fer jaune, de la pyrite magnétique, de la galène à petites lames cubiques, de la blende jaunâtre, du molybdène sulfuré avec du quartz et de la chaux carbonatée; le fer spathique s'y rencontre aussi quelquefois. Ces minéraux et les sulfures métalliques ont souvent cristallisé dans des druses.

Sur l'origine des minerais métalliques de Pitkäranta.

La mine de Pitkäranta est remarquable comme présentant réunies, trois sortes de minerais qu'on n'avait pas encore rencontrés ensemble, le fer oxydulé, l'oxyde d'étain et le cuivre pyriteux : les deux premiers sont mélangés si intimement avec les éléments de la roche amphibolique, qu'ils paraissent avoir été formés en même temps et de la même manière. La contemporanéité m'a paru être moins évidente pour la diorite et les sulfures métalliques de cuivre, plomb et zinc; il est possible que ceux-ci n'aient pas fait partie dès l'origine du magma amphibolique, mais qu'ils y aient été amenés, de même que dans le micaschiste, par voie

électro-chimique, et à une époque où l'amphibolite avait déjà commencé à se refroidir.

La théorie ingénieuse qu'a imaginée M. Daubrée pour expliquer la formation des gîtes d'étain les plus célèbres ne me paraît pas convenir à ce cas-ci, car on n'a pas trouvé ici de minéraux fluoborés associés à l'étain oxydé, et aucun indice ne montre que ce métal ait été apporté par des émanations fluorées.

Mines de cobalt.

Les mines de cobalt de la Scandinavie ont une analogie évidente avec celles de cuivre, et il existe entre elles une liaison intime : toutes les mines de cobalt, sans exception, renferment du minerai de cuivre, mais dans des proportions différentes; tantôt le cuivre prédomine, tantôt c'est l'inverse. Plusieurs mines ont été exploitées à la fois ou successivement pour cobalt et pour cuivre; celles de Tunaberg produisent encore maintenant les deux métaux. Les roches métallifères sont les mêmes; tantôt c'est du micaschiste dans lequel le quartz ou le mica prédomine, tantôt ce sont des couches calcaires. Les minerais de cuivre et de cobalt sont disséminés d'une manière analogue dans ces roches, de façon que pour se représenter les gîtes cobaltifères, il suffirait à la rigueur de supposer que les roches cuprifères fussent imprégnées de sulfarséniure de cobalt. **Analogie et liaison des mines de cobalt avec celles de cuivre.**

Nous allons décrire d'abord les mines de Skutterud et de Snarum, les plus importantes de la Scandinavie; elles se trouvent dans la vallée du Snarum-Elv qui débouche dans le Drammensfiord. Il y a des gîtes cobaltifères sur les deux rives du fleuve; ceux de la rive gauche sont sans impor- **Mines de la vallée du Snarum-Elv.**

tahee et se trouvent au Nord de l'église de Snarum, entre les villages d'Olasbye et de Gubberud; ils embrassent une étendue en longueur de 13 à 1.400 mètres. Les mines de la rive droite se trouvent sur une bande cobaltifère beaucoup plus vaste et plus riche, qui s'étend entre les villages d'Aslaksbye et Korsböe, sur plus d'un myriamètre de longueur; elle affleure sur le sommet de collines mamelonnées bordant du côté occidental la chaîne de plates-formes qui sépare les deux vallées du Sigdal et du Snarum-Elv; sa direction moyenne est du N. 10 O., au S. 10 E.; les couches métallifères sont très-inclinées, leur pendage a lieu dans les deux sens, mais plus généralement vers l'Est.

Bande cobaltifère.

Les mines forment deux groupes principaux écartés l'un de l'autre de près d'un myriamètre; celui de Snarum (*Pl. IV, fig.* 14) est le groupe septentrional, celui de Skutterud (*Pl. IV, fig.* 13), situé à 8 ou 9 kilomètres au Sud, est le plus important et a été mis en exploitation le premier. A Snarum on a les mines de Heggebeck, Svœndbye et Svartefield, très-voisines les unes des autres et formant comme un chapelet dirigé du N.-N.-E. au S.-S.-O.; 1.200 mètres plus loin au Sud sont les mines de Devigkollen, situées sur un autre mamelon, dans le même alignement; et dans l'intervalle qui sépare Devigkollen et Svartefield, on a récemment découvert des indices de minerai de cobalt.

Il y a deux groupes de mines.

Le groupe de Skutterud (*fig.* 13) comprend une série de gîtes situés sur le prolongement les uns des autres et formant une chaîne non interrompue: on a, en allant du Sud au Nord, les mines du Sud, du centre, du Nord, et un peu plus loin celles de Middagskolen et Middagshvile. Entre les deux groupes de Skutterud et de Snarum, il

Groupe de Skutterud.

y a des affleurements cobaltifères en beaucoup d'endroits, et l'on a même fait des travaux d'exploitation au Jupedals.

Les gîtes de Skutterud et de Snarum font partie d'une même assise cobaltifère.

Ainsi que l'a reconnu M. Böbert (1), qui a étudié avec soin cette région, malgré les ondulations des couches, l'assise cobaltifère de Snarum paraît être la continuation de celle de Skutterud. S'il est peu probable que les couches exploitées dans ces deux localités soient rigoureusement les mêmes, du moins ce sont des couches très-voisines et qui font partie d'une même assise ou bande de micaschiste, large de 3 à 400 mètres et longue d'un myriamètre. Cette bande a été fréquemment ondulée et coupée par des veines granitiques; elle ne renferme que sur certains points des gîtes assez riches pour être exploités; néanmoins elle paraît être imprégnée dans une grande partie de son étendue de sulfures et de sulfarséniures métalliques qui s'y trouvent dans des proportions variables; elle offre, en un mot, la même manière d'être que les fahlbandes qui renferment les gîtes argentifères de Kongsberg. L'assimilation des couches cobaltifères de Skutterud et des fahlbandes de Kongsberg a été établie, il y a déjà plusieurs années, par MM. Keilhau et Böbert (2); elle a été signalée aussi par M. Daubrée (mémoire déjà cité).

Cependant on n'avait point encore remarqué que c'est un fait général en Scandinavie de voir ainsi les substances métalliques disséminées à l'intérieur des roches schisteuses et cristallines,

(1) Nyt Magazin for naturvidenskaberne, 5ᵉ band : forsög tilen, etc.

(2) Nyt Magazin for naturvidenskaberne, t. III, p. 201, 203, et t. V, p. 3.

de manière à former des bandes allongées dans le sens de la schistosité; c'est un caractère qui n'appartient pas seulement aux roches métallifères de Skutterud et de Kongsberg, mais à la plupart des gîtes de sulfures métalliques de la Suède, Norwège et Finlande.

Micaschiste cobaltifère.

Le gneiss est la roche dominante sur les montagnes qui environnent la vallée du Snarum-Elv; néanmoins la fahlbande cobaltifère n'est pas formée de gneiss, mais d'une assise de micaschiste qui s'y trouve intercalée; c'est un micaschiste très-quartzeux, qui consiste généralement en un quartz gris, translucide, d'un aspect fendillé, contenant beaucoup de feuillets de mica de couleurs diverses, blancs, bruns et d'une teinte lilas ou violacée; il y en a d'orientés obliquement, mais la plupart sont couchés dans le plan de stratification. Il y a du quartz hyalin et cristallisé qui forme des veines au travers du quartz micacé et qui se mélange intimement avec lui.

Veines de granite à gros grains.

Les couches cobaltifères sont traversées par des veines et filons dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à 2 ou 3 mètres, et qui consistent en un granite à très-gros grains passant à la pegmatite, dans lequel on voit, outre de larges cristaux d'orthose blanc, des lames à hémitropie concave d'une autre espèce feldspathique, probablement d'oligoclase; on y voit aussi des prismes hexagonaux de mica. Ce granite est de la même espèce que celui qui s'est injecté à travers les gîtes de fer oxydulé de la Scandinavie; il se rattache au granite moderne, à gros grains de la Suède et de la Finlande.

Les veines de granite sont-elles postérieures au dépôt du minerai de cobalt?

Ce granite est postérieur au quartz schisteux et micacé, puisqu'il le traverse; mais il est difficile de dire avec certitude s'il s'y est injecté après le dé-

pôt du minerai de cobalt. Au premier abord la postériorité du granite paraît tout à fait probable, car il semble dépourvu de minerai; mais en voulant éclaircir cette question, j'ai reconnu au milieu de ce granite de petits cristaux de cobalt gris, et aussi quelques mouches de pyrites de fer et de cuivre. A la vérité ces substances y sont très-rares, et il y a deux causes auxquelles peut être attribuée leur présence accidentelle : Il est possible que le granite soit postérieur au dépôt de la matière métallique, et qu'au moment où il s'est injecté, la chaleur et les autres forces physiques qui se sont développées autour de lui aient occasionné le déplacement de quelques particules de sulfures et de sulfarséniures de fer, de cuivre et de cobalt, qui seront venues cristalliser au milieu du magma granitique pendant sa solidification. Mais, d'un autre côté, il n'y a pas d'impossibilité à supposer que les filons de pegmatite sont antérieurs au dépôt des substances métalliques, et la rareté du minerai dans ces filons peut être expliquée par un effet de répulsion, en admettant que les sulfures ont eu plus de tendance à se concentrer dans des roches quartzeuses et micacées que dans des roches feldspathiques.

Les roches feldspathiques de la Scandinavie sont généralement pauvres en sulfures métalliques.

Toutefois c'est un fait incontestable que dans toute l'étendue de la Scandinavie les roches feldspathiques, stratifiées ou non, sont généralement pauvres en sulfures métallique; sur bien des centaines de gîtes sulfurifères que renferme la formation granito-gneissique, la plupart sont contenus dans des roches subordonnées au gneiss, quartzeuses, micacées, chloritiques, amphiboliques ou calcaires; on en trouve à peine deux ou trois sur cent qui imprègnent du granite ou du gneiss proprement dit.

Skölar chlorito-talqueux et serpentineux, analogues à ceux de Falun, Danemora, etc.

Le phénomène des skölar est ici très-développé (1); on voit un grand nombre de veines et de plaques courbes, ondulées et entre-croisées, semblables à celles de Falun, Danemora, etc., et formées aussi de chlorite verdâtre, passant au talc; il y en a encore de serpentine jaune, et cette substance se mélange quelquefois avec le quartz. Beaucoup de ces veines sont interposées entre les couches, d'autres les traversent; souvent elles ont la même direction, mais une inclinaison différente; ainsi aux mines de Skutterud, elles sont généralement plus voisines de la verticale. Leurs surfaces sont lisses, polies et souvent couvertes de stries faiblement inclinées; alors elles ont glissé dans un sens à peu près parallèle à la directiou N.-S. des couches. Nous allons voir que ces skölar ont produit un effet de concentration dans le dépôt des substances métalliques.

Il y a plusieurs espèces de minerai de cobalt.

Le minerai le plus ordinaire à Skutterud est du cobalt gris ou sulfarsénié, qui cristallise habituellement en dodécaèdre pentagonal; il se montre aussi, mais plus rarement, sous les autres formes du système régulier. On trouve en petite quantité du cobalt arsenical qui, d'après M. Scheerer (2), a pour formule ($Co\,As^3$); il présente la forme d'un octaèdre avec des facettes appartenant au cube, au dodécaèdre rhomboïdal et à l'icosaèdre. Le sulfarséniure de fer ou mispickel est très-commun, surtout à Snarum; il renferme presque toujours du cobalt, mais dans des proportions variables de

(1) On leur donne en Norwége le nom de *sleitar*, qui correspond à celui de skölar, et qui exprime aussi des cloisons ou plans de séparation.

(2) Uber zwei Norwegische Erze, p. 7.

o à 10 p. o/o; aussi est-il utilisé comme minerai de cobalt. Celui qui contient 8 p. o/o de cobalt a été considéré par M. Scheerer comme une combinaison définie de 3 atomes de sulfarséniure de fer ($FeS^2 + FeAs^2$) et un atôme de sulfarséniure de cobalt ($CoS^2 + CoAs^2$).

Sulfures cuivreux associés au minerai de cobalt.

Dans ces mines la pyrite de cuivre est abondante: A Skutterud, il paraît y avoir un peu moins de cuivre pyriteux que de cobalt gris; mais dans les mines de Snarum, il m'a semblé qu'il y avait à peu près une égale proportion de ces deux minerais; néanmoins la pyrite de cuivre est rejetée parmi les déblais. On trouve encore du cuivre sulfuré, carbonaté et silicaté, de la pyrite de fer jaune et de la pyrite magnétique, mais on n'a pas remarqué de substance nickelifère. On y cite du cuivre natif.

Minéraux accessoires.

Il y a quelquefois dans la roche cobaltifère de petits feuillets de molybdène sulfuré et des grains de fer oxydulé; j'y ai recueilli de beaux cristaux de titane rutile et du sphène. Le spath calcaire forme des veines qui en général sont dépourvues de minerai de cobalt, mais dans lesquelles on trouve parfois de la blende et de la galène. L'amphibole actinote et trémolite en lames et en faisceaux radiés d'un vert-clair ou d'un gris-jaunâtre et l'antophyllite en masses lamelleuses brunes ou grises sont répandues abondamment dans le schiste micacé de Skutterud et Snarum : il en est de même de la serpentine. On trouve encore du mica cristallisé, des grenats, du pyroxène, de la paranthine et une variété de tourmaline brune.

Effet de concentration produit par les skölar.

Le cobalt gris est habituellement disséminé sous forme grenue au milieu du quartz micacé : on le trouve aussi autour et au milieu des skölar chlori-

teux; mais alors il est accompagné d'une plus grande quantité de pyrites et de mispickel, qu'il est difficile d'en séparer complétement par lavage; aussi ce minerai est de moins bonne qualité pour la fabrication du bleu de cobalt. Les skölar ont donné lieu à une concentration de la matière métallique: la zone adjacente est plus riche en minerais; mais cette concentration s'est produite plutôt sur le mispickel cobaltifère, sur les pyrites de fer et de cuivre, que sur le cobalt gris. Aussi distingue-t-on deux sortes de minerais qui diffèrent non-seulement sous le rapport des gangues, mais aussi sous le rapport de leur composition essentielle : il y a le *raadensteen*, ou minerai pourri; c'est celui à gangue chloriteuse qui est un mélange de cobalt gris et de mispickel cobaltifère avec des pyrites; l'autre espèce est le *friksteen*, minerai frais ou dur, à gangue de quartz micacé, qui est composé principalement de cobalt gris. Aux mines de Snarum, où les skölar sont beaucoup plus développés qu'à Skutterud, le cobalt gris est moins pur, plus mélangé de mispickel cobaltifère; il y a une plus forte proportion de *raadensteen* relativement au *friksteen*.

Couche cobaltifère exploitée à Skutterud dans les mines du Nord et du Centre.

C'est la même couche de micaschiste cobaltifère qui est exploitée dans les mines du Nord et du Centre, à Skutterud (*Pl. IV, fig.* 13); car aujourd'hui ces mines communiquent presque les unes avec les autres. Cette couche est un peu ondulée, dirigée moyennement du N. au S.; dans les mines du Nord, elle plonge fortement à l'Est, mais en se prolongeant vers le Sud, elle devient presque verticale. A une distance de quelques mètres, à l'Est et à l'Ouest, se trouvent des couches de schiste amphibolique stratifiées de la même

manière, mais qui paraissent être pauvres en minerai. La couche cobaltifère est exploitée à ciel ouvert, sur une largeur de 4 à 5 mètres seulement dans les mines du Nord, et de 12 à 15 mètres dans celles du Centre; les couches adjacentes ne sont pas tout à fait stériles, elles sont encore imprégnées de sulfures: seulement le cobalt gris s'y trouve en trop faible quantité pour être exploité. Les carrières sont approfondies verticalement et ne s'étendent maintenant qu'à une profondeur d'une trentaine de mètres au-dessous de la surface du sol. On n'a pas observé qu'il y ait appauvrissement d'une manière évidente; néanmoins on n'est pas tout à fait sans craintes pour l'avenir, car il pourrait arriver qu'à une plus grande profondeur la fahlbande s'appauvrît en minerai de cobalt et ne renfermât plus que des pyrites et du mispickel. Dans les mines du Sud, il y a deux couches cobaltifères voisines l'une de l'autre, dont la direction varie du N. au N. 15° O.; elles plongent des deux côtés de la verticale.

Gîte de Svartefield.

A Svartefield (*Pl. IV*, *fig.* 14), où est la principale exploitation de la compagnie de Snarum, la couche cobaltifère est dirigée N.-S. et à peu près verticale; elle est composée de quartz micacé, comme celle de Skutterud, et offre des caractères analogues. Dans la partie septentrionale, elle a 5 à 6 mètres d'épaisseur; mais dans la partie méridionale, elle paraît se diviser en deux branches parallèles. Sur le mamelon de Devigkollen, à 1.200 mètres au Sud de Svartefield, la couche cobaltifère, qui a 5 à 6 mètres de largeur, est recourbée; du côté Nord, elle court N. 14° E., et du côté Sud, N. 40° O., avec un pendage de 70 à 75° au N.-E.

Différences entre les mines de Skutterud et de Snarum.

Dans toutes ces mines, la disposition du minerai est la même; seulement à Snarum, les skölar chloriteux sont beaucoup plus développés qu'à Skutterud; la masse métallifère est plus pauvre en cobalt, plus riche en cuivre, et contient plus de mispickel cobaltifère : j'y ai aussi remarqué beaucoup de graphite formant ordinairement des amandes intercalées dans le sens de la schistosité; quelquefois elles sont polies, et ont été striées par glissement de la même manière que les skölar chloriteux.

Mines de Véna.

Dans les mines de cobalt de Véna, près d'Åskersund, en Néricie, qui sont aujourd'hui les plus importantes de la Suède, on exploite, comme à Skutterud, des couches de micaschiste imprégnées de cobalt gris et de cuivre pyriteux : ne les ayant pas visitées personnellement, je me borne à les mentionner ici.

Anciennes mines de cuivre et cobalt de Gladhammar.

A Gladhammar, en Smålande, il y a d'anciennes mines qui ont été exploitées tour à tour pour cuivre et pour cobalt; là se trouvent des couches de quartz micacé subordonnées au gneiss, contenant du cuivre pyriteux et panaché, de la galène et du molybdène sulfuré; mais le cobalt gris est disséminé dans une masse de fer oxydulé grenu.

Anciennes mines de Loos.

En allant de Falun à Åreskuttan, j'ai visité les anciennes mines de cobalt de Loos, situées sur une haute plate-forme, à 425 mètres au-dessus de la mer. Ici il y a du micaschiste formé principalement de mica noirâtre et contenant quelques lits quartzeux; au milieu on voit des masses irrégulières d'amphibolite chargé de lames d'hornblende noirâtre, et contenant auprès des mines des amandes de chaux carbonatée. Le minerai est dissé-

miné au milieu du micaschiste et de la roche amphibolique.

A en juger d'après les affleurements et d'après les déblais de l'ancienne exploitation, la pyrite de cuivre doit être ici plus abondante que le cobalt gris, et elle paraît se trouver en plus grande quantité dans l'amphibolite que dans le micaschiste.

Il y a en outre du cuivre panaché, de la pyrite de fer, de la blende, du cobalt arsenical et sulfuré, du nickel gris, minéral très-rare en Scandinavie. J'ai observé en outre des cristaux de quartz dans des géodes, des veines de spath calcaire et de l'amphodélite, minéral silicaté qui se rencontre dans plusieurs gîtes cobaltifères. Minéraux accessoires.

Les mines de Tunaberg diffèrent de celles que nous venons de décrire en ce que la roche métallifère n'est pas du schiste micacé, mais du calcaire. Elles se trouvent sur un plateau bas et ondulé qui s'étend le long du littoral entre le golfe de Nyköping et celui de Stiernholm. Cette région renferme, sur une étendue de 10 à 12 kilomètres carrés, un grand nombre de gîtes de cuivre, de cobalt, de plomb et de fer, mais très-peu sont aujourd'hui exploités. Les deux principaux groupes de mines sont celui de Bescheska, qui est très-ancien, et celui d'Adolphe, qui est beaucoup plus récent. Comme on le voit sur les deux petites cartes géologiques que j'ai tracées (*Pl. IV* et *V*, *fig.* 15 et 17), les roches métallifères sont des couches calcaires accompagnées d'un peu de schiste micacé, et entourées de masses granitiques à larges lames d'orthose rouge de chair, renfermant peu de quartz et de mica. Région métallifère de Tunaberg.

Ce granite correspond à celui que nous avons observé à Skutterud, à Arendal et sur beaucoup Disposition du granite et des couches calcaires.

d'autres mines; il est postérieur aux couches calcaires et schisteuses, car il les coupe : cependant il s'est introduit plus généralement dans le sens de la stratification que dans un sens transversal; les couches ont été pincées et ondulées; leur direction oscille autour de la ligne E.-O., tantôt vers l'E.-N.-E., tantôt vers l'O.-N.O.; elles inclinent généralement vers le N. de 60 à 70.

Calcaire cupro-cobaltifère de Tunaberg.

Le calcaire est un peu dolomitique, très-cristallin, habituellement lamelleux; souvent, à l'approche du granite, il devient grenu, rugueux, dur, et il renferme alors de petits grains de quartz. Le calcaire lamelleux contient fréquemment de l'amphibole, du mica en feuillets verts et cristallins et de la serpentine; on y remarque aussi, surtout autour des mines d'Adolphe, une grande quantité de nodules bruns, à éclat gras, ayant un aspect serpentineux, qui paraissent compactes à l'extérieur, mais qui contiennent souvent à l'intérieur des particules cristallines, de petits feuillets de mica ou des lamelles d'amphibole. Tantôt ces nodules sont disséminés uniformément dans le calcaire, tantôt ils sont groupés sous forme de chapelets allongés dans le sens de la stratification. Les minerais métalliques, le cuivre pyriteux et le cobalt gris se trouvent souvent à l'intérieur des nodules ou concentrés autour d'eux. Il y a une grande ressemblance entre ce calcaire et celui des mines de cuivre de Falun, qui renferme aussi des nodules bruns tout à fait analogues; on pourrait les confondre l'un avec l'autre.

Micaschiste associé au calcaire.

Le micaschiste qui accompagne le calcaire est stratifié de la même manière, il offre une alternance de lits quartzeux et de lits chargés de petits feuillets de mica d'un gris foncé; quelquefois ce

micaschiste tend à passer au gneiss par le développement de petits grains feldspathiques; il se mélange aussi avec le calcaire et il y a des transitions insensibles d'une roche à l'autre. On y observe en outre des espèces de nids ou gros rognons formés d'un assemblage de divers silicates, principalement d'amphibole, de mica et de quartz. Le cobalt gris et le cuivre pyriteux sont parsemés dans ces différentes roches, mais surtout dans le calcaire.

Le gîte sur lequel sont ouvertes les mines d'Adolphe (*Pl. V, fig.* 17) offre une disposition assez régulière; il consiste en une assise ou fahlbande de calcaire lamelleux, qui est criblée de noyaux serpentineux et imprégnée de cobalt gris et de cuivre pyriteux; elle n'est pas fort étendue en longueur, vu qu'elle est interrompue par le granite. Sa direction moyenne est de l'O. 5° N. à l'E. 5° S.; à la surface elle plonge de 30° au N., mais son inclinaison augmente dans la profondeur. Elle est exploitée sur une épaisseur moyenne de 3 à 4 mètres; parmi les couches situées au Nord et au Sud, il en est qui sont imprégnées en divers endroits de minerai de cuivre et de cobalt; on y a même fait quelques foncées. **Mines d'Adolphe.**

Le gîte de Bescheska (*Pl. IV, fig.* 15 et 16), situé à 300 mètres à l'E.-N.-E. d'Adolphe, offre une disposition plus compliquée : ici ce sont encore des couches calcaires imprégnées de cuivre pyriteux et de cobalt gris; mais la zone exploitée a la forme d'une lentille allongée, cylindroïde, ou d'une colonne aplatie, large de 30 à 35 mètres et épaisse de 6 à 7 mètres; l'axe de cette colonne est situé dans le plan de stratification des couches calcaires, qui est ici dirigé de l'E. 12° N. à l'O. 12° S., avec forte **Disposition du gîte de Bescheska.**

inclinaison au Nord; mais cet axe est disposé obliquement, il plonge vers l'Est de quantités variables: son inclinaison est d'abord de 25° jusqu'à une profondeur de 60 mètres, puis elle devient presque nulle sur une étendue en longueur de 80 mètres, et ensuite elle augmente peu à peu jusqu'à 35° (*Pl. IV, fig.* 16); ce gîte possède donc une allure qui lui est propre et ne peut être considéré comme une couche calcaire uniformément imprégnée de minerai dans toute son étendue; il paraît s'enfoncer avec la masse calcaire en dessous du granite qui affleure près de l'entrée de la mine.

Le granite est dépourvu de minéraux.

Ici, comme à Skutterud en Norwège, le granite paraît dépourvu de minerais; s'il en renferme, ce sont seulement des traces; il n'a produit d'autre effet que de déranger la stratification des couches et de les interrompre. Auprès de la mine de Beschеska, il y a quelques rognons cobaltifères sur lesquels on n'a encore fait que des travaux peu importants.

Association du cuivre pyriteux et du cobalt gris.

La proportion de la pyrite de cuivre et du cobalt gris varie d'une mine à l'autre, cependant il y a partout beaucoup plus de minerai de cuivre que de minerai de cobalt. Ces deux substances sont sous forme de grains disséminés dans la roche et mélangés ensemble, de façon qu'il serait impossible de les séparer par un triage à la main; la séparation s'effectue par le lavage sur des tables à secousse, qui suit le bocardage. Comme le cobalt gris a une densité de 6,298, tandis que celle de la pyrite cuivreuse est égale à 4,169, le cobalt gris reste à la tête des tables et la pyrite est entraînée vers la partie inférieure. Une portion du cobalt gris est obtenue à l'état de cristaux; M. Svanberg

a observé que souvent les cristaux qui sont enchâssés dans le calcaire contiennent à l'intérieur un noyau de cobalt arsenical; souvent aussi ils renferment de la pyrite cuivreuse, ou inversement on rencontre des cristaux de cobalt gris entourés de cuivre pyriteux. A Tunaberg, de même qu'à Skutterud, le cobalt gris présente la plupart des formes du système régulier, ainsi il se montre en cube, en cubo-octaèdre et cubo-dodécaèdre, en octaèdre, en dodécaèdre pentagonal et en icosaèdre.

Minéraux accessoires.

La blende et la galène accompagnent habituellement les minerais de cuivre et de cobalt, mais elles sont en petite quantité; on trouve aussi, comme substances accessoires, des cuivres panaché et sulfuré, du bismuth natif, du cuivre carbonaté vert et du cobalt arséniaté.

Outre les trois sous-espèces d'amphibole, l'hornblende, l'actinote et la trémolite, j'ai encore observé à Tunaberg de beaux cristaux de tourmaline noire, accompagnée de quartz, de grenats jaunes dodécaédriques et de spath calcaire; de l'amphodélite grise et d'un gris-violacé, en masses imparfaitement lamelleuses; des prismes de dichroïte bleuâtre enchâssés au milieu du micaschiste, de la paranthine verte, du pyroxène en masse, d'un vert-noirâtre; il y a encore ici du graphite comme à kutterud et à Snarum.

Mines de cuivre et de cobalt d'Håkansboda.

Les mines d'Håkansboda, situées dans la paroisse de Ramsberg, en Westmanie, ressemblent un peu à celles de Tunaberg; elles se trouvent aussi dans des couches calcaires enclavées au milieu du gneiss, et contenant à l'état de dissémination du cobalt gris et une quantité beaucoup plus grande de cuivre pyriteux. Les grains de cobalt gris ont des formes diverses; les cristaux

cubiques sont regardés comme les plus purs, et sont souvent disséminés dans une masse de fer oxydulé grenu; les cristaux octaédriques sont mélangés de mispickel. On trouve, en outre, avec le minerai de cobalt, de la pyrite jaune et magnétique.

On voit, en résumé, que les mines de cuivre et de cobalt présentent des caractères fort analogues; ce sont habituellement des fahlbandes ou des couches de micaschiste, de quartz micacé et de calcaire, imprégnées de pyrite cuivreuse et de cobalt gris : il n'est pas un seul gîte de cobalt qui ne soit cuprifère, et le cobalt gris se montre comme substance accessoire dans beaucoup de mines de cuivre.

Rareté du cuivre gris en Scandinavie.

Le cuivre panaché et le cuivre sulfuré sont des substances assez communes dans les gîtes cuprifères, et ils se trouvent parfois en quantités assez abondantes pour former des minerais : au contraire, le cuivre gris est une substance rare en Scandinavie; on ne l'a encore signalé que dans trois ou quatre localités. Ainsi dans les mines de cobalt de la vallée de Snarum en Norwège on trouve accidentellement du sulfarséniure de cuivre, et l'on a signalé du cuivre gris antimonifère dans les mines d'or d'Eidsvold en Norwège, et dans une mine de plomb argentifère de la paroisse de Grythytte en Suède. Il est remarquable que dans les mines où le cobalt et une partie du fer sont à l'état de sulfarséniure, le cuivre se trouve constamment à l'état de sulfure. Dans tous ces gîtes, il y a une assez grande quantité de sulfure de fer; dans de telles conditions l'arsenic avait plus de tendance à entrer en combinaison avec le cobalt et avec le fer qu'avec le cuivre; et alors ce dernier métal, uni au soufre,

s'est combiné avec la portion de sulfure de fer qui ne renfermait pas d'arsenic.

Minéraux sélénifères.

Le sélénium se trouve quelquefois associé aux minerais de cuivre; nous avons déjà vu que la galène argentifère de Falun en renferme une petite quantité. Dans l'ancienne mine de Skrickerum, paroisse de Tryserum, en Smâlande, a été trouvé l'*eukaïrite* ou séléniure double d'argent et de cuivre ($2CuSe+AgSe^2$), minéral dans lequel M. Berzélius a découvert le sélénium; on a aussi rencontré dans les mêmes mines le cuivre sélénié CuSe, accompagné d'urane oxydé hydraté et de spath calcaire; il y avait aussi de l'anthracite. Il n'est pas nécessaire de faire observer que les substances sélénifères trouvées à Skrickerum n'étaient que des raretés; le minerai ordinaire était, comme dans les autres gîtes, du cuivre pyriteux avec un peu de cuivre panaché.

Minéraux nickélifères

En Allemagne, les minerais de cobalt sont habituellement accompagnés d'arséniure ou de sulfarséniure de nickel; mais il en est autrement en Scandinavie, le gîte cobaltifère de Loos est le seul où l'on ait trouvé du nickel gris ou sulfarsénié, et encore comme rareté. On a rencontré du nickel arsenical dans plusieurs mines de fer de la Norwège méridionale; ainsi à Nödebro, près d'Arendal, et dans une ancienne mine de la côte orientale de l'île Langö, près de Krageröe; dans les mines de fer de Nordmarck, en Wermlandie, on a trouvé du nickel oxydé.

Sulfure double de fer et de nickel.

Le nickel ne manque pas tout à fait dans le Nord de l'Europe, et quelquefois il se présente dans un état de combinaison différent de sa manière d'être habituelle; ainsi à Espedalen, dans le Guldbrandsdal, en Norwège, on trouve une

pyrite remarquable qui, d'après un renseignement que je tiens de M. Scheerer, se compose de 2 atomes de pyrite de fer magnétique (FeS^2 + 6FeS) et 1 atome de sulfure de nickel (NiS): elle renferme environ 22 p. 100 de nickel. Ce minéral, qui a l'aspect d'une pyrite de fer magnétique, est accompagné de pyrite cuivreuse, et se trouve dans la norite d'Espédalen, roche cristalline d'origine plutonique, qui est ici tout à fait analogue à la syénite hypersthénique; car elle est formée de labrador et d'hypersthène.

Pyrite cupro-nickélifère de Kleva.

A Kleva, près d'Oedelfors, en Smålande, il y a une substance nickèlifère assez abondante pour être exploitée; c'est aussi une pyrite dans laquelle se trouvent réunis de la pyrite de fer ordinaire, de la pyrite de cuivre et du sulfure de nickel. Cette substance contient seulement 2 à 3 p. 100 de nickel et 4 à 5 p. 100 de cuivre; dans le traitement métallurgique de cette substance, on éprouve beaucoup de difficultés à éliminer le fer. Les essais que l'on a faits en Suède pour cet objet, n'ont eu qu'un succès imparfait: le principe du traitement que l'on emploie consiste à faire subir à la pyrite plusieurs grillages alternant avec des fontes, de manière à faire passer le fer dans les scories, le cuivre et le nickel se concentrant avec du soufre et formant une matte.

Association du bismuth aux minerais de cuivre et de cobalt.

Le bismuth ne forme point, en Scandinavie, de minerai proprement dit; mais, comme nous l'avons vu, il se trouve dans plusieurs mines à l'état natif, et plus ordinairement à l'état de sulfure. Il est en général associé aux minerais de cuivre et de cobalt; on le rencontre aussi parfois dans des mines de fer.

L'urane paraît n'exister qu'exceptionnellement en Scandinavie ; on trouve de l'urane oxydé hydraté dans une des mines de cuivre de *Strömsheien*, dans le Sœterdal (Norvège méridionale). Il provient de la décomposition d'un minéral que M. Schéerer regarde (1) comme étant semblable à l'urano-tantale de M. G. Rose, c'est-à-dire comme consistant en une combinaison d'acide tantalique, d'oxyde d'urane et d'oxyde de manganèse. Nous avons vu qu'il y a aussi de l'urane oxydé hydraté à la mine de cuivre de Skrickerum en Smålande; enfin j'ajouterai qu'à Tammela, en Finlande, il y a, d'après M. Nordenskiöld, de l'yttro-tantale uranifère, comme à Ytterby et à Finbo en Suède. Minéraux uranifères.

Mines de plomb et d'argent.

Dans toutes les mines d'argent que l'on connaît en Suède, la matière qui fait l'objet de l'exploitation est de la galène argentifère; les minéraux d'argent proprement dits ne sont que des raretés; d'un autre côté, toutes les galènes que l'on exploite sont notablement argentifères, et par suite, toutes les exploitations de plomb fournissent de l'argent.

Les mines d'où proviennent ces divers métaux présentent, par l'ensemble de leurs caractères, une assez grande analogie avec celles de cuivre et de cobalt : ce sont aussi généralement des gîtes en fahlbandes, c'est-à-dire des couches de schiste micacé ou de calcaire imprégnées de galène et d'autres sulfures métalliques; à Falun, par exemple, les mêmes roches contiennent du cuivre pyriteux et du minerai de plomb argentifère qui est exploité. Le gisement de la galène argentifère est analogue à celui des minerais de cuivre et de cobalt.

(1) Beiträge zur Kenntniss Norwegischer Mineralien, p. 299.

Il est d'ailleurs bien peu de mines de cuivre où l'on ne rencontre de la galène comme substance accessoire, de même que le cuivre pyriteux se montre accidentellement dans toutes les mines de plomb argentifère.

Connexion des minerais de plomb avec des roches calcaires.

Cependant, comme on peut en juger à l'inspection du tableau joint à ce mémoire, les minerais de plomb de la Suède se rencontrent plus fréquemment que ceux de cuivre dans des couches calcaires. Je ferai d'ailleurs observer qu'en Espagne, en Sibérie, en Pologne, en diverses parties de l'Allemagne et aux Etats-Unis d'Amérique, les gîtes de galène interposés dans des dépôts stratifiés se rencontrent habituellement dans des roches calcaires; ce caractère d'association paraît donc être général.

Il y a en Suède un nombre fort considérable d'anciennes mines de plomb et argent; mais la plupart n'ont été l'objet que de travaux peu importants et peu profonds, soit que les gîtes fussent trop pauvres, soit que le minerai fût concentré principalement dans les parties voisines de la surface.

Mines de plomb et argent actuellement exploitées.

Il n'existe aujourd'hui que cinq exploitations régulièrement en activité: celles de Falun et de Löfås en Dalécarlie, celles de Sala, Guldmedshyttan et Hellefors en Westmanie. J'ai déjà décrit Falun; la galène de Löfås se trouve dans des couches calcaires alternant avec du quartz micacé. Dans la paroisse de Stora Tuna, en Dalécarlie, il existe six ou sept fahlbandes de galène argentifère, de blende et de pyrite cuivreuse qui ont été exploitées anciennement; les unes sont des couches calcaires, les autres sont des couches de micaschiste.

Gîtes d'Hellefors et Guldmedshyttan.

A Hellefors, la galène, tantôt à grains fins et tantôt fibreuse, imprègne des couches de schiste argileux dit primitif (c'est-à-dire sans fossiles et faisant partie de la formation gneissique) et aussi des couches de schiste siliceux. La galène de Guldmedshyttan est dans du calcaire dolomitique accompagné de gneiss; de même la roche galénifère de Sala et de beaucoup d'autres mines est du calcaire dolomitique en bancs subordonnés au gneiss.

Situation géologique des mines de Sala.

Les gîtes de plomb et argent de Sala, les plus riches de la Suède, se trouvent sur des collines très-basses, au milieu d'une plaine de sable et de graviers qui a été en grande partie nivelée par le dépôt diluvien. Ils sont renfermés dans une lentille calcaire située a l'Ouest de la ville de Sala et allongée du S.-S.-O. au N.-N.-E., sur une étendue d'environ 1 myriamètre: cette lentille présente sa plus grande épaisseur (3.000 mètres) dans la région où se trouvent les mines actuelles. Du côté de l'Ouest et du Nord, elle est bordée par une variété de gneiss amphibolique qui est chargée d'oxyde de fer et qui a été exploitée sur divers points comme minerai de fer près de la ligne de contact des deux roches. Souvent aussi, le long de cette ligne, le calcaire est siliceux ou mélangé de feldspath compacte, et l'on y remarque des bancs de pétrosilex nommé *hälleflinta* en Suède.

Du côté oriental, le calcaire est limité par du granite; mais près de la ville de Sala, on remarque entre ces deux roches des couches de schiste talqueux passant au schiste stéatiteux verdâtre et d'un vert-jaunâtre, onctueux au toucher et translucide; ce schiste court au N.-O. et plonge de 80° au N.-E. Quant à la direction des couches cal-

caires, elle varie du N.-E. au N.-N.-O.; et à leur contact avec les schistes cristallins, elles sont stratifiées de la même manière que ces schistes.

Le calcaire de Sala est une roche essentiellement métallifère, car il s'y trouve un grand nombre de gîtes de galène argentifère et quelques-uns de cuivre pyriteux. Les principaux gîtes forment une bande dirigée N.-S. et située à 2 kilomètres à l'Ouest de Sala. Il y a quelques gîtes, mais peu importants, sur une branche de la même masse calcaire qui s'étend au N.-E. de la ville. Je ferai observer que les gîtes de galène argentifère semblent s'être concentrés dans la masse calcaire de Sala; quelle qu'en soit la cause, le dépôt du sulfure plombo-argentifère s'est fait dans cette masse plutôt que dans les roches environnantes, car c'est à peine si l'on a trouvé de la galène en un ou deux points dans les schistes cristallins situés auprès.

Calcaire métallifère de Sala.

Le calcaire de Sala offre une alternance de couches grenues et saccharoïdes avec des couches lamelleuses; celles-ci sont habituellement pures et ne renferment pas de substances étrangères; elles sont aussi dépourvues de minerais. Le calcaire métallifère est généralement à petits grains, et d'après les essais que j'ai faits, il contient un peu de magnésie; il est très-souvent mélangé de chlorite, de talc, de mica, d'amphibole ou de serpentine; tantôt ces substances sont disséminées çà et là, tantôt elles sont groupées par nids. On trouve encore ici des noyaux de la même matière d'un brun-jaunâtre, d'un aspect serpentineux, à éclat gras et à cassure inégale, que nous avons observé dans les calcaires de Falun et de Tunaberg; elle est habituellement compacte, mais souvent au milieu de la pâte on remarque de petits feuil-

lets cristallins de mica, de talc ou bien des lamelles d'amphibole.

Concentration de la galène suivant certaines bandes.

Le minerai de Sala ne se trouve point dans de véritables filons, comme l'ont écrit divers savants: à la vérité il paraît être concentré dans des bandes particulières; mais ces bandes ne sont point limitées par des plans parallèles, leur contour est très-vaguement marqué et leur épaisseur varie de quelques centimètres à plusieurs mètres. Elles présentent des fissures irrégulières, étroites, peu étendues en longueur; la roche environnante a été disloquée, car elle se montre fréquemment à l'état d'un calcaire bréchiforme, à ciment de galène et accompagné de veines de spath calcaire (*Pl. V, fig.* 21).

On connaît plusieurs groupes de fissures ou bandes métallifères, dirigées à peu près parallèlement entre le N. et le N.-N.-O., et presque verticales: elles sont très-rapprochées et souvent fort difficiles à distinguer; aussi leur nombre est mal déterminé, on en compte 8 à 10 qui embrassent une étendue en largeur d'une centaine de mètres. La galène ne fait pas exclusivement partie de ces bandes, elle se trouve aussi en plus ou moins grande abondance dans le calcaire qui les sépare; de façon que l'on exploite habituellement presque toute la roche. La bande centrale, la plus riche et la plus importante, est aussi la plus nettement caractérisée, elle est connue sur une étendue en longueur d'environ 800 mètres; les autres bandes n'ont été nettement observées qu'au puits Drottning (puits de la Reine); on n'a pu déterminer leur prolongement vers les autres puits.

Skölar ya i: donné lieu à une concentration de la galène.

La concentration du minerai ne dépend pas seulement de la disposition de ces bandes, elle

offre encore d'autres conditions fort remarquables. Il s'est produit un phénomène analogue à celui des skölar de Falun; les couches calcaires sont divisées par des veines de talc, de chlorite et de stéatite, qui se rattachent à une bande ou veine centrale que l'on nomme *storgruveskölou* sköl de Storgruva (*Pl. V*, *fig.* 18 et 19) : celle-ci est dirigée moyennement du N.-N.-O. au S.-S.-E., à peu près dans le même sens que les bandes métallifères; elle plonge fortement à l'Ouest. Dans la partie méridionale sa direction se rapproche du N.-S., et alors s'en séparent du côté oriental sept veines ou skölar particuliers qu'on nomme Bielke, Shankeborn, Juthyus, Flintort, Ribbing, Stigarort et Drottning; leur pendage est vers l'Ouest, vers le Storgruvesköl. En même temps du côté occidental se séparent cinq autres skölar, ceux de Gyttenborg, Jand, Kungsrymning, Spelgraf et Jorkel, qui inclinent tous vers le sköl central, c'est-à-dire vers le Nord-Est. Plus loin, à une distance d'environ 140 mètres de son extrémité méridionale, la veine dite Drottning revient se confondre avec le filon de Storgruva, et un peu plus au Nord les autres skölar s'y réunissent successivement. Ces veines, qui divisent la masse calcaire par bancs, ne possèdent point une continuité ni une régularité parfaites, elles s'ondulent et se bifurquent, changent fréquemment de direction et d'inclinaison; elles ont la forme de plaques lenticulaires, ondulées et d'épaisseurs variables: comme les skölar de Falun, elles consistent principalement en des masses feuilletées, chlorito-talqueuses, d'un gris-verdâtre, renfermant du mica, de l'amphibole, de l'asbeste, de la stéatite, de la serpentine, du pétrosilex, des grenats, du quartz,

de la chaux carbonatée et de la dolomie. Il est à noter que l'on trouve disséminées au milieu de la roche calcaire plusieurs des substances qui font partie des skölar, ainsi le mica, le talc, la serpentine, etc.

Disposition de la veine talqueuse principale.

La *fig.* 22, *Pl. V*, représente la disposition des feuillets de talc et des nodules de spath calcaire disposés par bandes parallèles, comme on l'observe fréquemment dans le Storgruveskól. Cette veine centrale est la plus régulière, elle traverse les mines dans toute leur longueur presque parallèlement à la direction de la masse calcaire, et on l'a même reconnue à une assez grande distance au Nord. Son épaisseur varie près de la surface de 4 à 20 mètres, mais dans la profondeur elle diminue jusqu'à 1 mètre; c'est dans son voisinage que l'on a trouvé les principaux amas de minerai : aussi sert-elle de guide aux mineurs. C'est à leur intersection avec cette veine chloriteuse que les bandes métallifères sont les plus riches; il y a eu là concentration de la galène. La bande galénifère principale, qui s'enfonce verticalement, se trouve d'abord à l'Ouest ou au toit du sköl; elle le rencontre à une profondeur d'environ 160 mètres et ensuite elle passe à son mur. C'est dans cette zone, aux niveaux compris entre 150 et 200 mètres, principalement au voisinage du puits Drottning, que l'on a rencontré les massifs les plus riches; ils avaient une épaisseur considérable, la galène y était abondante et avait une teneur en argent de 5 à 8 millièmes; aussi, comme le montre la coupe horizontale faite au niveau de 190 mètres (*fig.* 19), la zone métallifère a été exploitée sur une largeur de 60 à 80 mètres. Au-dessous de ce niveau il y a appauvrissement général dans le sens de la profondeur, bien qu'il y ait encore des points d'enrichissement, des massifs

plus ou moins vastes, qui correspondent aux intersections des veines métallifères avec les skölar situés à l'Est du sköl principal.

On a observé en général que les parties riches en minerai correspondent à des régions où la roche calcaire est poreuse et fendillée, tandis que les portions compactes et sans fissures sont généralement pauvres. Ainsi certaines couches calcaires plus fissurées que les autres sont aussi plus riches en minerai, et c'est principalement à leur intersection avec les bandes métallifères que la galène se trouve concentrée; mais on a cru remarquer que les dépôts de sulfures plombo-argentifères deviennent moins riches à mesure que les points d'intersection qui en sont le siége se trouvent à une plus grande profondeur; et l'on attribue cet appauvrissement à ce que dans la profondeur la roche calcaire est moins poreuse et moins fissurée.

Puits Drottning, Charles XI et Torge.

Outre le puits Drottning qui dessert la mine principale (*Storgruva*) (*fig.* 18 et 20), il y a deux puits d'extraction, celui de Charles XI, situé à 300 mètres au N.-O de Drottning, et celui de Torge, situé à 300 mètres au S.-E. de Drottning. Les travaux du puits Charles XI sont encore peu profonds, et cette région est imparfaitement reconnue; dans les travaux du puits Torge, on a trouvé d'épais massifs de minerai, mais la galène y est mélangée d'une grande quantité de blende. Entre les puits Torge et Drottning se trouve un vaste effondrement, dit *Herr Hens Botn*, provenant des éboulements qu'ont occasionnés les anciens travaux; là était, au commencement du XVIe siècle, le massif le plus riche de Sala.

Filons de trapp ou de diorite.

Indépendamment des skölar, il existe plusieurs

filons de trapp qui traversent les couches calcaires suivant la direction E.-N.-E. O.-S.-O.; à leurs affleurements ils ont une épaisseur de $0^{m},50$ à $0^{m},70$, mais ils s'amincissent dans la profondeur; et là où on les rencontre à l'intérieur des mines, leur épaisseur est réduite à $0^{m},20$ ou $0^{m},30$. Ils sont plus anciens que les skölar, car l'un d'eux est coupé et même rejeté par le sköl de Storgruva; ils offrent donc les mêmes caractères géologiques que les filons de trapp de Falun, qui sont aussi traversés par les skölar talqueux. Leur composition paraît aussi être la même, ils sont noirâtres ou d'un noir-verdâtre, à grains fins ou tout à fait compactes; souvent ils se divisent en prismes quadrangulaires dont l'axe est perpendiculaire aux parois du filon. Ils paraissent formés en majeure partie d'amphibole, et telle est en général la composition des roches que l'on a désignées sous le nom de trapp en Scandinavie.

Le minerai principal de Sala est de la galène d'un aspect variable; tantôt elle est à grandes lames, tantôt à facettes moyennes, tantôt à grains fins, ou même presque compacte. La teneur en argent varie de 5 loths jusqu'à 40 loths au quintal, c'est-à-dire de 0,00150 à 0,01250. Actuellement la production en plomb (y compris le plomb de la litharge) est de 430.000 kilogrammes, et la production en argent est de 3.567 marcs ou 749 kilogrammes, ce qui donne entre le plomb et l'argent le rapport de 1 : 0,01720, et de là résulterait pour la galène une teneur de 0,01480; mais il faut observer que la galène est souvent accompagnée de sulfure de ou sulfantimoniure plombo-argentifère (weissgültigerz) qui renferme plusieurs centièmes d'argent, et c'est ce qui fait paraître si élevée la

Teneur en argent de la galène.

teneur moyenne en argent du sulfure de plomb.

Variations de richesse de la galène de Sala.

Les variations de richesse de la galène de Sala ne paraissent pas être assujetties à une loi, comme cela a lieu à Falun, car dans une même bande métallifère on voit cette richesse augmenter et diminuer alternativement sans aucune règle. D'ailleurs l'aspect de la galène n'est point ici un indice de sa teneur en argent, et la règle d'après laquelle la galène à petites facettes est plus riche que celle à grandes facettes se trouverait ici bien souvent en défaut, car il y a beaucoup d'échantillons de galène à très-gros grains d'une teneur élevée, tandis que d'autres à grains fins sont beaucoup moins riches, comme le prouve le tableau ci-joint, qu'à bien voulu me communiquer le bergmeister Sewen.

Titres de divers échantillons de galène pris dans les mines de Sala à des profondeurs déterminées.

PROFONDEUR en toises.	TENEUR DU MINERAL. en argent. — loths par quintal.	en plomb. — livres par quintal.	LOTHS d'argent par quintal de galène pure.	ASPECT DE LA GALÈNE.
28	5,8	33,5	14,8	A petits grains.
39	11,4	42,5	25,0	A grains fins, mélangés de petites facettes.
48	19,8	51,5	29,7	*Id.*
57	37,6	69,0	46,8	A gros grains distincts.
71	10,1	56,5	15,3	*Id.*
Id.	14,6	65,0	19,3	A gros grains.
86	8,6	61,0	12,1	*Id.*
92	10,2	54,5	16,0	Mélange de grains et de grandes écailles.
95	6,4	41,5	13,2	Grenue et mélangée de gangue.
Id.	13,2	73,0	15,5	A grandes facettes.
96	8,1	52,5	13,2	A grains fins et à petites écailles.
Id.	23,9	75,5	27,2	A grandes facettes.
101	22,2	74,5	25,6	Mélange d'écailles et de parties schisteuses.
Id.	10,6	62,0	14,7	A longues faces radiées.
101	7,1	77,5	7,8	A très-gros grains.
104	6,6	51,5	11,0	A gros grains.
111	15,2	69,5	18,8	*Id.*
113	13,4	61,5	18,7	A grains très-fins.
Id.	6,2	72,0	7,4	A gros grains.
15	25,4	74,5	29,3	*Id.*
127	17,0	71,5	20,4	A petits grains.
128	10,8	25,5	36,4	A facettes chatoyantes.
141	6,6	20,5	27,6	A petits grains, mélangés de pyroxène salite.
144	21,2	71,0	25,6	A gros cristaux.
Id.	15,6	61,0	21,9	A grains fins mélangés de grandes lames.
157	22,8	69,5	28,2	A gros cristaux.

Les minerais de Sala offrent diverses combinaisons de sulfure d'antimoine et sulfure de plomb.

La galène cubique est souvent accompagnée de parties compactes ou fibreuses qui renferment des proportions diverses de sulfure d'antimoine et de sulfure de plomb; il y a aussi de l'antimoine sulfuré pur, lamelleux, disposé en faisceaux. On trouve à Sala plusieurs combinaisons définies de sulfure de plomb et de sulfure d'antimoine, parmi lesquelles je signalerai la boulangérite ($3PbS + Sb^2S^3$), la jamesonite ($3PbS + 2Sb^2S^3$), et une variété de jamesonite ou de weissgültigerz contenant 2,5 p. o/o d'argent. Ces différentes espèces sont souvent mélangées entre elles ou avec de l'antimoine sulfuré, mais le sulfantimoniure que l'on rencontre le plus fréquemment, c'est la géokronite $\{5PbS + (Sb^2S^3, As^2S^3)\}$, substance compacte et d'un gris d'acier, ou gris de plomb.

Blende argentifère, pyrites, mispickel e fer oxydulé.

Avec la galène on trouve presque toujours de la blende noire et brune, plus souvent à petites qu'à grandes lames; elle est argentifère, mais beaucoup moins que la galène. Je tiens de M. le bergmeister Sewen, que plusieurs échantillons de blende essayés à Sala contiennent de 0,00015 à 0,00020 d'argent. Il y a ici de la pyrite de fer jaune et magnétique, mais pas en grande abondance, du mispickel en beaux cristaux octaédriques, de la pyrite de cuivre et du fer oxydulé.

Rareté des minéraux d'argent.

Les minéraux d'argent, proprement dits, ne manquent pas tout à fait, mais ils sont rares; on a trouvé accidentellement de l'argent natif en pellicules, de l'argent antimonié grenu, mais pas de chlorure, de sulfure, ni de sulfantimoniure d'argent. On cite encore comme de très-grandes raretés de l'antimoine natif, de l'amalgame d'argent et du cinabre.

Groupes formés par les sulfures métalliques et divers silicates.

Le mica, le talc, la chlorite, l'amphibole actinote et la serpentine sont des substances fort abondantes; c'est autour des nids qu'elles forment et dans les portions où le calcaire en est mélangé que s'est principalement déposée la galène, affectant des dispositions très-diverses; ainsi la figure 23, *Pl. V*, représente une auréole de blende et de galène entourant une masse radiée d'actinote. Ou bien il y a de très-grands feuillets de mica gris groupés en forme de rosace, au milieu et autour desquels se sont déposés du spath calcaire, de la galène, et de la blende (*fig.* 23); quelquefois on observe des zones concentriques formées d'amphibole, de mica, de sulfures métalliques et de chaux carbonatée. J'ai souvent aussi remarqué à l'intérieur des nodules compactes que j'ai déjà mentionnés comme ayant un aspect serpentineux, une partie centrale formée de pyrite de fer, de galène ou de blende. Enfin on voit parfois du calcaire grenu, d'un vert clair, mélangé ou non de silicates, former des rognons ondulés et recourbés qui sont enveloppés de galène; leur structure est cristalline, grenue ou lamelleuse.

Mélange intime d'amphibole et d'asbeste avec les sulfures.

Ici j'ai observé, comme à Falun, des mélanges intimes de galène et de blende avec des lames fibreuses d'actinote et de trémolite; il y a de singulières associations d'antimoine sulfuré, de galène fibreuse ou de plomb sulfantimonié et d'asbeste; on voit ces trois minéraux présenter des formes analogues, mais les deux premiers conservent des traces des clivages qui leur sont propres; j'ai même remarqué des fibres qui, dans une portion de leur longueur, sont à l'état d'antimoine sulfuré, et dans l'autre portion à l'état d'asbeste.

Cristaux de pyroxène engagés dans la galène.

Le pyroxène malacolite ou *salite*, ainsi appelé du nom des mines de Sala, se trouve tantôt en masses lamelleuses d'un vert clair, tantôt en prismes rectangulaires très-nets et habituellement tronqués sur les arêtes longitudinales. Ces prismes ont en général une de leurs bases engagée dans des masses calcaires ou dolomitiques, mais souvent ils pénètrent au milieu d'une agglomération de lames cubiques de galène qui les enveloppent presque complétement. Plusieurs de ces cristaux sont tordus, et quelquefois à leur intérieur on voit des filets de galène disposés comme de petits cordons parallèles aux arêtes.

Substances accessoires.

Outre les minéraux cités précédemment, les mines de Sala renferment encore du talc grenu d'un vert clair, de la chlorite, de la trémolite vitreuse en prismes d'un blanc-vert, des grenats rouges dodécaédriques, du pétrosilex ou hälleflinta en masses compactes, grises, vertes et rouges de chair, souvent mélangées d'actinote et de sulfures métalliques. On trouve encore de la serpentine noble, jaune de cire, passant parfois à l'asbeste, de l'amiante ou liége fossile, de la tourmaline noire, de l'épidote grise, de la pikrophylle, c'est-à-dire un bisilicate magnésien hydraté ($3MS^2+2Aq$) verdâtre, lamelleux et analogue au diallage; une espèce d'hydrosilicate d'alumine très-onctueuse au toucher, de la baryte sulfatée grise en masses prismatiques, et enfin du gypse cristallisé dans des géodes.

Production des mines de Sala.

Les mines de Sala sont fort anciennes; dès le XIIIe siècle, sous le roi Magnus Ladulås, elles étaient en pleine activité; c'est au XVe et au XVIe siècle qu'elles ont fourni le plus de plomb et d'argent; mais depuis cette époque, leur production

a considérablement diminué. Ainsi, en 1506, l'année la plus prospère, elles ont fourni 35.266 marcs d'argent, et de 1400 à 1547, l'année la plus mauvaise a été 1403, où on n'a obtenu que 11.370 marcs. En 1551, la production en argent était encore de 14.272 marcs; en 1560 elle s'est abaissée à 5.215 marcs, et depuis lors elle ne s'est jamais élevée à 10.000 marcs; depuis plusieurs années elle est d'environ 3.500 marcs. Le produit total des XVe, XVIe et XVIIe siècles a été de 1.640.000 marcs ou 348.500 kilogrammes d'argent. De 1700 à 1817, il a été seulement de 202.647 marcs ou 43.062 kilogrammes : on voit que ces mines ont fourni, de 1400 à 1817, 391.662 kilogrammes d'argent.

Mines d'argent natif.

Différence entre les gîtes argentifères de la Suède et de la Norwège.

La galène est bien moins commune en Norwège qu'en Suède; on y connaît très-peu de gîtes plombifères, mais souvent l'argent se montre associé en quantité notable à d'autres minerais que la galène et principalement à des sulfures cuivreux, comme on le voit dans le Tellemarken et dans les mines des environs d'Aardal. Dans la région de Kongsberg, il existe une foule de mines d'argent natif, tandis que l'on n'en connaît pas, que je sache, de semblables en Suède.

Situation de Kongsberg.

La petite ville de Kongsberg, qui doit son importance principale à ses mines, et qui possède en outre une manufacture d'armes, une forge et un établissement de monnaies, est située dans la vallée du Lauven, à la séparation des collines mamelonnées et des hautes montagnes. Du côté oriental, entre Kongsberg, Holmestrand et Drammen s'étend un plateau ondulé, bosselé, ne pré-

sentant que des rochers d'une faible élévation; mais sur la rive droite du Lauven qui coule en mugissant sur un lit de rochers, s'élève le Jonsknudden jusqu'à une altitude de 904 mètres au-dessus de la mer, ou de 750 mètres au-dessus de Kongsberg (1); le massif du Bleefield, auquel il se rattache, atteint une hauteur de 1.362 mètres.

Montagne de Store-Aasen. La montagne de Store-Aasen (*Pl. VI*, *fig.* 32), qui forme le contrefort du Jonsknudden, du côté de Kongsberg, renferme les principaux gîtes argentifères; elle s'abaisse par des pentes escarpées vers la vallée du Lauven; mais à sa partie supérieure, à environ 500 mètres au-dessus de Kongsberg, elle présente une plate-forme sur laquelle sont les mines de *Gotteshülfe in der Noth.*

Roches des environs de Kongsberg. C'est à un myriamètre environ à l'Est de Kongsberg que disparaissent le terrain silurien, et en même temps le granite et la syénite zirconienne qui s'y rattachent; la formation de gneiss constitue les environs de Kongsberg, mais sur la rive droite du Lauven prédomine le micaschiste passant quelquefois au gneiss par le développement du feldspath. Il est régulièrement stratifié, possède une schistosité très-prononcée, et il offre souvent une succession de lits minces alternativement quartzeux et micacés. Le mica y est gris ou verdâtre, tantôt il est remplacé par de la chlorite, tantôt par du talc, tantôt par de l'amphibole, et alors le micaschiste passe au schiste chloriteux, talqueux ou amphibolique. On voit ces diverses variétés alterner les unes avec les autres; le schiste amphibolique est composé en majeure partie de la-

(1) La ville de Kongsberg est à 151 mètres au-dessus du niveau de la mer.

melles noires d'hornblende couchées parallèlement au plan de schistosité ; il présente souvent plusieurs plans de division qui se croisent obliquement, et il affecte alors une structure pseudo-rhomboïdale.

Dans toutes ces espèces de schistes cristallins, il y a des grenats en plus ou moins grande quantité ; ils sont concentrés abondamment dans certaines parties, et forment comme des lits interposés dans le schiste ; ce sont des grenats almandins d'une grosseur variable d'un grain de millet à une noisette ; ils sont d'un rouge-cerise ou hyacinthe, et cristallisés en dodécaèdre rhomboïdal. **Abondance des grenats.**

Dans cette contrée la stratification des schistes est d'une régularité remarquable ; abstraction faite des déviations accidentelles, ils courent entre le N.-S. et le N. 20° O., de façon qu'on peut prendre le N. 10° O. pour leur direction moyenne ; les couches sont quelquefois tout à fait verticales, mais leur plongement général est de 75 à 80° à l'Ouest. **Stratification des schistes.**

Plusieurs de ces couches sont imprégnées de sulfures métalliques qui s'y trouvent disséminés en particules très-fines, et qui forment aussi de petits filets minces intercalés entre les lits schisteux. Le sulfure le plus abondant est la pyrite de fer ordinaire ; on y trouve en beaucoup moindre quantité de la pyrite magnétique, du cuivre pyriteux, de la blende et de la galène ; j'y ai aussi observé du cuivre panaché et du mispickel, mais ce sont des raretés. Au milieu de ces schistes cristallins, j'ai remarqué des masses dioritiques qui contiennent aussi de la pyrite de fer en mouches, filets et noyaux cubiques parsemés çà et là : une **Sulfures métalliques.**

de ces masses saillit sur le chemin qui mène de la mine du Roi à celle du Secours-de-Dieu.

Assises pyritifères.

Les sulfures métalliques imprègnent souvent sur de très-grandes longueurs la même couche ou plutôt le même ensemble de couches ; ainsi il y a, dans la contrée de Kongsberg, des assises pyritifères que l'on peut suivre sur des étendues de 10 et même 20 kilomètres. Les particules métalliques sont habituellement si ténues qu'elles échapperaient à l'œil ; mais en se décomposant les pyrites produisent une matière ocreuse d'un brun-jaunâtre, qui s'aperçoit de loin, et permet de suivre les couches sulfurifères dans leur prolongement à de grandes distances.

Origine du nom de Fahlbande.

L'origine du nom de fahlbandes, qu'on applique à ces assises sulfurifères, est susceptible de diverses interprétations. On l'écrit en général *faldband* en norwégien, ou *fallband* en allemand ; mais les deux mots, fall et band, ayant une signification analogue et correspondant à notre mot français *banc*, on ne concevrait pas pourquoi on aurait accouplé deux termes exprimant à peu près la même chose ; aussi j'admets volontiers l'étymologie et l'orthographe attribuées à cette expression par M. Böbert, directeur actuel des mines de Kongsberg (1). Il est probable, suivant lui, qu'on a ajouté au mot band celui de *fahl*, épithète propre à toutes les substances qui, étant restées longtemps exposées à l'air, ont perdu, par suite d'altération, leur couleur primitive ; ce qui est le cas des fahlbandes, où le sulfure de fer s'est décomposé et transformé en oxyde.

---

(1) Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, t. V.

Falbandes parallèles concentrées dans une même zone.

Il y a un assez grand nombre de fahlbandes aux environs de Kongsberg; on en connaît quelques-unes sur la rive gauche du Lauven-Elv, mais la plupart sont situées sur la rive droite; elles sont disposées parallèlement du N. au S. (*Pl. V, fig.* 24), et elles forment une zone dont la largeur moyenne est de 5 à 6.000 mètres, et la longueur de 28 kilomètres, depuis Liöterud, sur le *Dals-Elv*, jusqu'à Rustad, sur le Lauven. Ces fahlbandes ont la forme de lentilles très-allongées et aplaties; elles se terminent en pointe, et dans la partie centrale, elles ont une épaisseur qui s'élève jusqu'à 150 ou 200 mètres. Cette épaisseur n'est pas toujours bien déterminée, car, dans une même assise, on a des alternances de couches sulfurifères avec d'autres qui ne le sont pas. Néanmoins les couches sulfurifères ont une importance extrême pour le mineur à cause de l'influence enrichissante qu'elles ont exercée sur les veines argentifères; celles-ci contiennent de l'argent natif en quantité exploitable lorsqu'elles traversent les schistes imprégnés de sulfures, et elles deviennent immédiatement stériles dès qu'elles atteignent des couches qui en sont dépourvues.

Disposition des veines argentifères de Kongsberg.

La contrée de Kongsberg renferme une immense quantité de filons; ils sont ordinairement dirigés dans un sens transversal aux couches, c'est-à-dire de l'Est à l'Ouest; il y en a aussi d'obliques et souvent ils se croisent les uns les autres (*Pl. V, fig.* 25). Ils ne sont pas entièrement assimilables aux filons ordinaires; ce ne sont pas en effet des fentes régulières se prolongeant sur une étendue un peu grande, mais des fissures irrégulières, quelquefois bifurquées, dont l'épaisseur ordinaire ne surpasse pas quelques centimètres. Elles ont

peu d'étendue en longueur, mais il y a ordinairement plusieurs fissures assez rapprochées, et près du point où l'une se termine, une autre prend naissance, de façon que leur ensemble constitue une bande ou une série rectiligne et se comporte à peu près comme un filon simple, présentant une direction et une inclinaison déterminées : les *fig.* 26 et 27, *Pl. VI*, représentent la disposition des bandes fissurées, telle que je l'ai observée à la mine du Roi et à celle des Pauvres.

Cependant on voit quelquefois ces gîtes affecter accidentellement les caractères d'un véritable filon; alors il s'opère un changement graduel dans l'allure des veines qui se réunissent en une seule plus large et plus régulière; c'est ce que j'ai observé par exemple à la mine du Roi (*Pl. VI*, *fig.* 28); là on voit une plaque, épaisse de $0^m,60$, bordée par deux plans parallèles et consistant principalement en une masse de spath calcaire accompagnée d'argent natif et contenant empâtés des fragments de micaschiste et de schiste amphibolique, c'est-à-dire des parois encaissantes. Mais cette disposition, qui est celle des filons ordinaires, n'est pas ici la plus générale; et les trois gîtes actuellement exploités (*Pl. VI*, *fig.* 29, 30 et 31), ceux du Roi, des Pauvres et du Secours de Dieu dans le besoin (*Gottes Hülfe in der Noth*) m'ont paru consister dans la majeure partie de leur étendue plutôt en groupes de fissures qu'en filons réguliers et continus.

On peut concevoir cette forme particulière aux veines argentifères des environs de Kongsberg comme étant le résultat d'une cohésion propre au micaschiste et au schiste amphibolique de cette contrée : on sait que des roches de natures di-

verses ne se fendent pas de la même manière sous l'influence d'un choc; les forces de tension auxquelles ont été soumis les terrains de Kongsberg et qui ont agi dans le sens des couches, au lieu de produire des fractures régulières et continues, ont donné lieu à un fendillement des roches, et alors se sont formés des groupes de fissures alignés comme des filons.

Division des gîtes en plusieurs branches.

Les veinules faisant partie d'une même bande sont réparties sur une largeur plus ou moins grande, qui varie de 1 à 8 mètres dans les trois mines déjà citées (1). De même que plusieurs fentes peuvent se confondre en une seule, ainsi plusieurs groupes de fissures peuvent se réunir ou se diviser, c'est ce qui arrive fréquemment. Près de la surface, chacun des gîtes du Roi et des Pauvres ne consiste qu'en une seule bande de fissures, tandis qu'au niveau de 131 mètres (70 toises) le gîte du Roi se divise en quatre bandes et celui des Pauvres en deux (voir la coupe *Pl. VI, fig.* 29). Mais au dernier niveau, à 395 mètres (210 toises), il n'y a plus que deux bandes fissurées, une pour chaque gîte, et au lieu d'être écartées de 56 mètres comme à la surface, elles ne se trouvent plus qu'à 19 mètres l'une de l'autre, et il est probable qu'elles se confondent à une profondeur un peu plus grande.

De même à la mine du Secours de Dieu on distingue quatre bandes différentes au niveau de 150 mètres, tandis qu'il n'en existe qu'une seule

(1) Cette disposition des gîtes en veines minces, distribuées sur une largeur un peu grande, exige que l'on exploite toute la zone qui les renferme et qui forme la bande fissurée; cela donne lieu à des dépenses considérables, vu la grande ténacité de la roche.

à la surface (*Pl. VI, fig.* 30). En général, quand un gîte se subdivise en plusieurs bandes de fissures, c'est la bande centrale qui est la plus importante et la plus riche.

Veines argentifères.

D'après MM. Hausman et Daubrée, la richesse des filons serait en raison inverse de leur puissance; mais cette assertion, du reste exprimée avec doute par M. Daubrée, ne me paraît pas tout à fait exacte, et c'est aussi l'avis de M. Böbert: il y a en effet des veines épaisses qui sont très-riches en argent; par exemple dans le précieux massif de la mine du Roi, qui est la ressource principale de l'exploitation actuelle, la veine a de $0^m,50$ à $0^m,60$ de largeur et elle est excessivement riche, car elle fournit la majeure partie du produit annuel, qui s'élève à 20,000 marcs. La largeur des veines n'est donc point un obstacle à leur richesse, mais il paraît que dans les gîtes où les veines sont disséminées sur une grande largeur, elles sont généralement moins riches que quand elles sont concentrées sur un plus petit espace; du reste il n'y a point de règle absolue à cet égard.

Les veines argentifères ne contiennent en dehors des falhbandes qu'une trop faible quantité d'argent pour être exploitées, aussi toutes les mines sont ouvertes sans exception sur les intersections des fahlbandes et des veines. On comprend d'ailleurs que, même à l'intérieur des fahlbandes, les veines sont inégalement productives, et qu'elles ne sont pas riches dans toute leur étendue, mais qu'elles présentent une succession alternative de parties riches et de parties pauvres.

Variations de richesse des veines en rapport avec l'abondance des pyrites dans les fahlbandes.

Il est difficile de s'assurer à l'intérieur des travaux si les parties riches correspondent aux points où les fahlbandes sont le plus chargées de sulfures métalliques. Mais on a fait une observation de ce

genre dans les parties superficicielles, où c'est plus facile à remarquer. En effet là où les fahlbandes sont le plus fortement imprégnées de sulfures, elles produisent en s'altérant une matière plus chargée d'ocre et d'une teinte plus intense; c'est ce dépôt ocreux que les mineurs appellent les *fleurs des fahlbandes* et quand ils voient une fahlbande *bien fleurie*, c'est pour eux un indice de bon augure; ils en concluent que les veines qui les traversent se montreront riches en argent; de même que les mineurs du Cornwall apprécient par induction la richesse des filons cuivreux, d'après la masse d'oxydes contenue dans le chapeau ocreux qui en forme les affleurements.

Observations concernant les différences de richesse des divers gîtes.

On a remarqué à Kongsberg des faits curieux concernant la différence de richesse des gîtes contigus: il paraît que là où un gîte est très-riche, les parties des gîtes adjacents sont généralement pauvres; ainsi au niveau de 376 mètres (200 toises), où on exploite actuellement la mine du Roi, le gîte des Pauvres est peu productif; mais au-dessous de ce niveau, le gîte du Roi paraît s'appauvrir, et celui des Pauvres au contraire semble s'enrichir. On a aussi remarqué qu'un gîte est habituellement pauvre, quand il est bordé de deux gîtes riches. Il semble en général que le remplissage s'étant effectué simultanément dans les gîtes les plus rapprochés, il y ait eu communication entre les courants métallifères qui circulaient le long des divers canaux, et que la substance argentifère de plusieurs courants se soit concentrée sur certains points, tantôt dans un gîte, tantôt dans un autre, de telle façon que l'appauvrissement de certaines parties corresponde à l'enrichissement des parties voisines dans les gîtes contigus. D'ailleurs on a observé ici, comme dans la plupart

des régions métallifères, que le minerai est en général plus abondant à la rencontre de plusieurs veines.

Fahlbande principale.

Les principales mines de Kongsberg se trouvent dans le massif du Storeaasen, qui est compris entre le Lauven-Elv, le Kobbarbergs-Elv, le Jondals et la cime du Jonsknudden; on connaît peu de gîtes importants en dehors de cette zone; en outre, les gîtes les plus riches sont situés sur la fahlbande centrale, dirigée moyennement du N. au S. et large de 120 à 170 mètres. C'est suivant sa longueur qu'ont été percées les plus grandes galeries d'écoulement et la galerie Christian VII, qui est la plus importante, a été projetée comme devant traverser le Storeaasen dans toute son étendue, en suivant la fahlbande centrale depuis la vallée du Kobberbergs-Elv jusqu'à celle du Jondals. Immédiatement à l'Est de cette fahlbande, il y en a une autre (*Pl. V, fig.* 25) qui est souvent traversée par les mêmes gîtes; ceux-ci deviennent stériles dans l'espace intermédiaire pour s'enrichir de nouveau en atteignant la seconde assise sulfurifère.

Mines situées sur la fahlbande principale.

Les principales mines qui ont été exploitées sur la grande fahlbande et toutes sur des gîtes différents, sont, en allant du Sud au Nord : la Grâce de Dieu (Gnade Gottes); le Don de Dieu (Gabe Gottes); la Nouvelle Justice (Neue Justiz); l'Ancienne Justice (Alte Justiz); la mine des Pauvres (Armen Gr.); la Mine du Roi (Königs Gr.); le Cygne (Schwan); le Secours de Dieu dans le besoin (Gottes Hülfe in der Noth); la mine d'Ilse (Ilse Gr.); Hans Oldenberg; le Prince Charles (Prinz Carl); l'Etoile du Matin (Morgenstiern); la Saxe (Saxen); le Trou de la Lumière (Licht Loch); les Sept Frères (Sieben Brüder); le Prince royal (Kron Printz); le Marais

(Morast); Fréderic V; le Prince royal Fréderic. Les seules mines qu'on exploite maintenant sont celles du Roi, des Pauvres, et le Secours de Dieu dans le besoin : lorque la galerie Christian VII sera terminée, elle facilitera l'asséchement de la plupart des mines, car elle les traversera près de leurs niveaux les plus profonds ou même au-dessous, et alors on pourra reprendre l'exploitation de celles qui offriront le plus de chance de succès.

Disposition des gîtes du Roi, des Pauvres et du Secours-de-Dieu-dans-le-Besoin.

J'ai représenté sur la *fig.* 25, *Pl. V*, la portion la plus importante de la fahlbande principale; les systèmes de veines sur lesquels sont établies les mines du Roi, des Pauvres et le Secours de Dieu dans le besoin, ont été indiqués par des traits rectilignes. Les bandes argentifères du Roi et des Pauvres plongent de 75 à 80° vers le Sud (*Pl. VI*, *fig.* 29); mais celle du Secours de Dieu plonge de 80° au N. D'ailleurs, si l'on considère les coupes longitudinales faites suivant la direction de ces bandes (*Pl. VI*, *fig.* 31), on reconnaît que la zone exploitée dans chacune d'elles incline vers l'Est d'environ 80°: c'est ce qui doit avoir lieu en effet, car tel est le pendage des fahlbandes, et nous avons vu que les veines deviennent inexploitables dès qu'elles en sortent. Néanmoins, je dois faire observer que généralement les veines ne sont pas exploitées dans toute la largeur des fahlbandes; ainsi les travaux des trois mines actuelles ont une étendue en longueur, de l'Est à l'Ouest, qui ne surpasse pas 80 mètres, tandis que la largeur de la fahlbande est de 135 mètres aux mines du Roi et des Pauvres, et de 165 mètres à la mine du Secours de Dieu; cette dernière se trouve près du centre de la fahlbande, mais plutôt sur le côté occidental, tandis que les deux autres mines sont sur le côté oriental.

Il ne paraît pas jusqu'à présent que les gîtes s'appauvrissent dans la profondeur, car le massif que l'on exploite aujourd'hui au niveau de 376 mètres au-dessous de la surface est au moins aussi riche que ceux exploités antérieurement; il a déjà fourni plus de 200.000 marcs d'argent, et il est loin d'être épuisé.

L'argent natif est le minerai principal.

Le minerai principal de Kongsberg est l'argent natif; cette espèce fournit plus des quatre cinquièmes du produit annuel; il ne se trouve pas seulement dans les veines ou fissures transversales aux couches du micaschiste, mais aussi dans la partie voisine des fahlbandes; il y est disséminé et il y forme des filets minces. Ce métal affecte des formes très-variées, grenues, ramuleuses, filiformes, capillaires, dendritiques, etc.; il est quelquefois cristallisé. Les formes cristallines les plus communes sont le cube et l'octaèdre ou des combinaisons de ces deux formes; fréquemment on voit des cristaux superposés en forme de trémies; il en est qui sont creux ou remplis intérieurement de chaux carbonatée et de quartz. L'argent natif forme quelquefois des masses compactes fort considérables; ainsi, en 1666, on en a trouvé une qui pesait 275 kilogrammes.

Argent sulfuré.

L'argent sulfuré est beaucoup moins abondant que l'argent natif; il est habituellement grenu, quelquefois cristallisé, et alors il offre les mêmes formes que l'argent natif, c'est-à-dire le cube, l'octaèdre et le cubo-octaèdre.

L'argent rouge est une rareté à Kongsberg, et l'on n'a rencontré d'argent chloruré que par hasard dans les affleurements; probablement il était le résultat d'une transformation; on cite en outre comme raretés de l'or natif et de l'argent aurifère.

La pyrite de fer, la pyrite de cuivre, la blende et la galène sont mélangées çà et là avec le minerai d'argent, mais en petite quantité ; la galène, qui pourrait être utilisée s'il y en avait beaucoup, n'est ici qu'insignifiante. Il est un fait remarquable, c'est que toutes ces substances ne renferment que des traces d'argent ; la galène elle-même est excessivement pauvre, sa teneur est presque toujours au-dessous de 1 loth par quintal (0,0003) ; elle est ordinairement à facettes moyennes. La blende est lamelleuse, souvent jaune et transparente ; il y en a aussi de grise et de brune. La pyrite de fer est grenue et cristallisée souvent en icosaèdre ; j'en ai vu de disséminée au milieu de l'argent sulfuré et cristallisé. On trouve aussi de l'arsenic natif qui est fréquemment mélangé d'argent natif.

Pyrites de fer et de cuivre, blende et galène.

Ce sont les gangues pierreuses qui forment la masse principale des veines de Kongsberg ; la plus abondante est le spath calcaire blanc, en masses lamelleuses ; quelquefois il est cristallisé en tables hexagonales qui tapissent des druses.

Gangues pierreuses.

Après la chaux carbonatée, les gangues les plus communes sont la baryte sulfatée, la chaux fluatée et le quartz ; elles sont souvent mélangées ensemble. La baryte sulfatée est en masses lamelleuses ; le quartz est hyalin et cristallisé ; la chaux fluatée est lamelleuse et sous forme de cristaux octaédriques, tandis que dans le Harz et le Derbyshire elle cristallise habituellement en cube ; elle est diversement colorée en blanc, violet, vert et bleuâtre ; je l'ai vue accompagnée de blende et de fer carbonaté cristallisé en rhomboèdre.

On trouve quelquefois du feldspath adulaire en petits cristaux associés à du quartz et à de la dolomie jaune cristallisée en rhomboèdres. L'anthra-

Minéraux accessoires.

cite passant au graphite se rencontre assez souvent en noyaux à surface mamelonnée, mélangés avec les gangues pierreuses. L'asbeste et la chlorite sont assez fréquentes; l'épidote et l'axinite sont beaucoup plus rares; il en est de même de l'harmotôme, de la préhnite et de la stilbite : ces trois zéolites se trouvent dans des druses et sont évidemment postérieures aux gangues adjacentes. L'harmotôme est, comme celui du Harz, en prismes rectangulaires terminés par des pyramides à quatre faces, et souvent il est en cristaux groupés. On a aussi indiqué de l'amphigène tapissant des géodes, et enfin M. Daubrée y a signalé récemment de la wawellite.

Quoique l'on rencontre un nombre considérable de minéraux dans les mines de Kongsberg, considérés en grand, ces gîtes présentent une composition très-simple, car ils sont formés principalement de spath calcaire et d'argent natif. Dans les parties où ils se montrent plus compliqués par suite du mélange de sulfures métalliques et d'autres gangues, ils deviennent en même temps moins riches en argent; ainsi les veines renferment habituellement peu d'argent natif sur les points où l'on y trouve beaucoup de pyrites, de blende et galène, mélangées de chaux fluatée; au contraire, dans le massif riche que l'on exploite maintenant, le spath calcaire prédomine.

De l'influence enrichissante exercée sur les veines par les fahlbandes.

Le fait remarquable de l'enrichissement des veines dans la partie qui traverse les fahlbandes peut être interprété de différentes manières : M. Daubrée regarde (1) l'argent et les autres substances métalliques contenues dans les veines ar-

(1) Annales des mines, 4e série, t. IV, p. 262.

gentifères comme y ayant été amenées par des émanations latérales, mais les motifs sur lesquels est basée cette opinion ne me paraissent pas concluants. D'abord les substances contenues dans les fahlbandes et les filons ne sont pas tout à fait identiques : plusieurs espèces minérales leur sont communes, savoir : les pyrites de fer et de cuivre, les sulfures de plomb et de zinc ; mais le spath fluor, et la plupart des autres minéraux que nous avons cités n'appartiennent qu'aux filons. En outre, l'argent ne se trouve dans les fahlbandes en quantité notable que dans le voisinage des filons ; ailleurs elles n'en contiennent que des traces.

Les fahlbandes pyritifères et les veines argentifères se rattachent à deux phénomènes distincts.

Je suis loin de prétendre que les sulfures métalliques dont sont imprégnées les couches de schiste micacé et amphibolique proviennent des filons, car ils se trouvent répartis sur d'immenses étendues de terrain et dans une direction à peu près perpendiculaire à celle des filons. Il y a eu ici deux phénomènes distincts qu'il ne faut pas confondre : les fahlbandes ne sont qu'un cas particulier qui rentre dans la manière d'être générale des gîtes sulfurifères de la Scandinavie ; c'est en effet de la même manière que la pyrite de cuivre, le cobalt gris, la galène, etc., se trouvent disséminées dans des roches schisteuses. Il est cependant une différence que je dois signaler : dans les fahlbandes de Kongsberg, les sulfures sont parsemés sur d'immenses surfaces, sans offrir de concentrations locales bien prononcées ; tandis que dans les gîtes de sulfure de cuivre, de plomb, etc., qui sont exploités, la matière métallique est répandue sur de moins vastes surfaces ; elle est concentrée dans certains bancs, et souvent elle est ras-

semblée autour des skölar ou de certaines veines de chlorite et de talc, ainsi que nous l'avons indiqué en décrivant les mines de Falun et Sala. Dans les fahlbandes de Kongsberg, on n'a pas remarqué de concentration analogue; plus ou moins longtemps après leur formation, elles ont été soumises à des actions mécaniques qui les ont fendillées suivant certaines directions, et les fissures ainsi formées ont servi de voies de transport à des émanations contenant de l'argent, du plomb, du zinc, etc.; et il s'y est produit des phénomènes de cristallisation analogues à ceux qui ont eu lieu dans les filons ordinaires.

Explication des causes qui ont déterminé une concentration de l'argent.

Il reste maintenant à expliquer pourquoi l'argent natif et l'argent sulfuré se sont déposés presque exclusivement dans la portion des veines qui traverse les fahlbandes. On pourrait envisager ce phénomène comme une de ces actions de contact dont l'histoire des filons nous offre divers exemples : ainsi, ne sait-on pas que la rencontre ou la proximité de certains porphyres quartzifères détermine un enrichissement des filons à Freiberg et en d'autres contrées? A Kongsberg, le phénomène est plus évident que partout ailleurs, car, sur des centaines d'exemples, on ne trouverait peut-être pas une exception ; on ne connaît pas, en effet, de gîte qui ait été exploité en dehors des fahlbandes. Mais il est facile de comprendre que des composés métalliques ont dû exercer une action beaucoup plus intense que ne peuvent le faire des silicates terreux, car ce sont de bien meilleurs conducteurs de l'électricité et de la chaleur. La réunion de plusieurs sulfures de métaux différents, de fer, cuivre, zinc et plomb, a dû produire un effet galvanique,

une action de pile, et déterminer un dépôt de l'argent.

D'ailleurs, les expériences que nous avons faites, M. Malaguti et moi, démontrent que la présence de ces sulfures a pu aussi donner lieu à une décomposition chimique en réagissant sur les émanations argentifères; nous avons reconnu en effet (1) que les pyrites de fer et de cuivre, la blende, la galène, etc., c'est-à-dire que les sulfures métalliques en général décomposent le chlorure et le bromure d'argent et précipitent le métal dans certains cas à l'état métallique, dans d'autres cas à l'état de sulfure. Ainsi, bien que l'on ne puisse pas déterminer avec une certitude mathématique les phénomènes qui se sont passés, il est incontestable que les fahlbandes sulfurifères ont dû exercer soit une action chimique, soit un effet galvanique, ou ces deux actions à la fois, et par suite donner lieu à une concentration de l'argent. Pour concevoir ce phénomène remarquable, il n'est pas nécessaire de recourir à la supposition que l'argent était contenu originairement dans les fahlbandes et qu'il s'en est séparé pour venir se déposer dans les fentes.

Quant à la présence de l'argent, qui se trouve en très-minime quantité dans les fahlbandes, on ne doit pas en être étonné, et ce fait est probablement indépendant des veines argentifères, car les minerais métalliques de la Scandinavie, cuivre pyriteux et panaché, blende, mispickel, cobalt gris, etc., contiennent presque toujours de l'argent en quantité sensible, lors même qu'ils ne proviennent pas de mines d'argent ou de mines de plomb argentifère.

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, séance du 26 juillet 1847.

Vicissitudes éprouvées par les mines de Kongsberg.

Comme les gîtes de Kongsberg présentent, même à l'intérieur des fahlbandes, une succession de massifs riches et de parties pauvres, la production de l'argent est faible quand on n'a en exploitation que des parties pauvres; et alors, par suite de la ténacité de la roche encaissante et de la disposition des travaux qui ont peu d'étendue en longueur et beaucoup en profondeur, les dépenses ne peuvent être payées par les produits; mais la découverte de massifs riches donne lieu immédiatement à d'énormes bénéfices. Il est donc facile de se rendre compte des vicissitudes éprouvées par ces mines : une administration prudente et habile aurait pu, sinon éviter, du moins rendre moins désastreuses les périodes de décadence qui succédaient à des époques de prospérité; mais jusqu'à ces dernières années les travaux avaient été conduits sans méthode. Le vice principal de l'exploitation ancienne consistait en ce que les veines étant très-minces et quelquefois très-pauvres, on exploitait néanmoins toute la zone qui les renfermait, en faisant des excavations d'une très-grande largeur, et une partie de ce travail se faisait nécessairement à perte. Il est évident qu'il aurait fallu exécuter des travaux préparatoires, déterminer les parties productives à l'aide de foncées et de galeries d'allongement, et s'abstenir d'exploiter les parties reconnues comme étant pauvres.

Production des mines de Kongsberg.

Depuis l'époque de la découverte des mines de Kongsberg, en 1623, jusqu'en 1805, elles ont fourni 2.400.000 marcs d'argent (816.000 kilogrammes), ce qui fait en moyenne un produit annuel de 4.483 kilogrammes. Nous avons vu que le produit des mines de Sala a été pendant les xv[e], xvi[e] et xvii[e] siècles, c'est-à-dire pendant le temps de leur plus grande prospérité, de 348.500

kilogrammes ou 1.161 kilogrammes par année, environ quatre fois moindre que celui de Kongsberg. De 1805 à 1831 (période où les mines ont été exploitées à perte), Kongsberg a fourni seulement 78.418 marcs d'argent; mais depuis 1831, où eut lieu la découverte du massif riche que l'on continue à exploiter, jusqu'en 1844, la production s'est beaucoup augmentée, elle a été de 322.050 marcs ou 100.497 kilogrammes d'argent, en moyenne 8.422 kilogrammes par an. Celle de Sala n'est plus aujourd'hui que de 7 à 800 kilogrammes.

Possibilité d'augmenter beaucoup cette production.

Sans faire subir une augmentation notable au matériel et au personnel des mines de Kongsberg, on pourrait presque tripler leur production; mais à la suite de longues discussions dans le Storting (chambre des représentants de la Norwège), on a décidé que l'extraction annuelle ne dépasserait pas 20.000 marcs, et vu les dimensions du massif argentifère qui est en cours d'exploitation, on a lieu de croire que cette production restera la même pendant douze à quinze ans. Il est facile de voir que la décision du storting est préjudiciable aux intérêts de la mine et à ceux du trésor; car, en extrayant le plus promptement possible toute la masse d'argent natif qui est aujourd'hui mise à découvert, on pourrait en considérer une portion seulement comme rente de l'État, et employer l'autre comme un capital dont le revenu annuel serait affecté aux mines et servirait à payer des travaux de recherches ou à maintenir les mines en exploitation jusqu'à l'époque où l'on découvrirait de nouveaux massifs argentifères.

Travaux d'aménagement des eaux motrices.

Des travaux d'art fort étendus ont été exécutés pour se procurer les forces motrices nécessaires à

l'épuisement des eaux, à l'extraction et à la préparation mécanique des minerais. Sur la cime du Jonsknudden, il y a de petits lacs où se réunissent les eaux provenant des pluies et de la fonte des neiges; elles sont recueillies avec celles qui coulent sur les flancs de cette montagne et maintenues dans des réservoirs, d'où on les amène le long de canaux à la plate-forme de Storeaasen, sur laquelle est l'orifice de la mine du Secours-de-Dieu. Une partie est employée à un bocard et une laverie, l'autre met en mouvement deux roues extérieures d'épuisement et d'extraction. Les eaux se rendent ensuite à des étangs, d'où elles descendent dans la mine du Roi en faisant mouvoir une roue intérieure servant à l'extraction; elles passent ensuite le long d'une traverse à la mine des Pauvres, où elles mettent en mouvement deux roues superposées opérant l'extraction et l'épuisement; enfin elles s'écoulent le long de la galerie Frédéric, qui a environ 1.200 mètres de longueur. A l'extrémité de cette galerie, une portion des eaux est encore utilisée pour le bocard et la laverie où l'on prépare les matières provenant des deux mines du Roi et des Pauvres. D'après M. Böbert, on peut évaluer à 200 pieds cubes la quantité d'eau qui est employée par minute pour le service des mines et des bocards.

Galerie Christian VII.

Le travail le plus important pour l'avenir des mines de Kongsberg est le percement de la galerie Christian VII (*Pl. VI, fig.* 32), qui doit recouper les principales mines. Elle traversera celles du Roi et des Pauvres à une profondeur d'à peu près 315 mètres au-dessous de la surface ou 100 mètres au-dessous de la galerie Frédéric, qui alors deviendra inutile. Plus au Nord, elle atteindra la mine du Se-

cours de Dieu à une profondeur de 350 mètres au-dessous de la surface, c'est-à-dire au dessous de son point le plus profond, et elle passera au-dessous de la plupart des autres mines : cette grande galerie d'écoulement aura environ 3.400 mètres depuis son orifice jusqu'à la mine du Secours de Dieu, et si on la prolonge suivant le projet primitif jusqu'à la vallée du Jondals, elle aura alors une longueur de plus de 7.000 mètres.

Gîtes aurifères.

Il existe peu de mines d'or en Scandinavie, et celles que l'on a exploitées ont dû être abandonnées tôt ou tard, non par suite de la disparition du minerai, mais à cause de sa rareté; c'est du reste ce qui est arrivé à beaucoup de mines de l'Europe où l'or était le seul objet de l'exploitation. Anciennes mines d'or.

En Scandinavie, l'or est fréquemment associé aux gîtes cuivreux et plombeux; ainsi les minerais galénifères de Falun fournissent annuellement $0^k,64$ d'or. La galène argentifère des anciennes mines d'Oestra-Silfverberg, paroisse de Stora-Tuna en Dalécarlie, renfermait 30 grains d'or par marc d'argent. Nous avons signalé à Sandnäset, aux environs d'Äreskuttan, dans le Jemtland, du cuivre sulfuré accompagné d'or natif; les minerais de cuivre d'Aardal, dans la province de Bergen, et ceux du Tellemarken en contiennent aussi : on en a rencontré accidentellement dans les veines argentifères de Kongsberg, dans les mines de fer d'Arendal, à Nore dans le Nummedal, et à Svappavara en Laponie. Association de l'or aux gîtes de cuivre, plomb et argent.

Il y a deux localités en Norwège où l'or a été spécialement exploité, à Eidsvold, entre le lac Miösen et Christiania, et à Skara, dans la paroisse d'Eger, à environ 3 myriamètres au sud de Dram- Mines d'Eidsvold et de Skara en Norwège.

men. A Eidsvold, il y a dans le gneiss plusieurs veines de quartz contenant des pyrites de fer et de cuivre, du fer oligiste et du cuivre gris; l'or s'y trouve disséminé sous forme de pellicules et de grains. Pendant la seconde moitié du XVIIIe siècle, on a ouvert plusieurs mines sur ces veines aurifères, mais on n'en a retiré aucun bénéfice. Aux mines de Skara, qui sont aussi abandonnées, il y a des veines contenant des pyrites, de la blende et de l'or natif parfois concentré en noyaux volumineux; ainsi on en a extrait un fragment du poids de 62 marcs qui a fourni 39 marcs d'or.

Mines d'Œdelfors.

Le même métal a été exploité, il y a un peu plus d'un siècle, aux mines d'Œdelfors, dans la paroisse d'Åhlsheda, en Smålande; on y voit affleurer une masse de quartz micacé, passant au hornstein, qui paraît dériver du micaschiste et qui se trouve dans du gneiss et du granite. Elle est épaisse de plus de 2.000 mètres, allongée de l'Est à l'Ouest, et traversée par beaucoup de veines de quartz ondulées, à peu près verticales qui courent moyennement du Nord au Sud, mais qui prennent accidentellement la direction des couches adjacentes et ressemblent alors à des amandes interstratifiées. Ces veines contiennent des pyrites de fer et de cuivre, du fer oxydulé, de la galène, du cuivre carbonaté bleu et vert : l'or se trouve dans la pyrite en particules indiscernables et dans une proportion variable de 0 à 0,00060; en outre, il se montre sous forme de pellicules et de dendrites au milieu des veines de quartz; il pénètre aussi dans la roche encaissante. Dans ces veines on trouve encore du feldspath compacte, de la chaux carbonatée lamelleuse, de la préhnite en sphéroïdes radiés et une zéolite grenue qui est connue sous le nom de stilbite farineuse ou zéolite rouge d'Œdelfors; elle a pour

composition CS^3+3AS^3+3Aq ; c'est un hydrosilicate d'alumine et de chaux.

Lorsque je visitai en 1839 l'extrémité du golfe de Botnie, on venait d'y découvrir de l'or natif, aux environs de Tornéå, près de l'embouchure du Kemi-Elv ; là il y a des couches de schiste micacé et de calcaire cristallin qui sont subordonnées au gneiss et accompagnées de masses dioritiques : dans le voisinage affleure aussi du granite. Les schistes cristallins contiennent des pyrites de fer et de cuivre ainsi que de la galène ; cependant l'or natif n'a pas été trouvé en place, mais dans des blocs de micaschiste mélangé de lames d'amphibole et de spath calcaire, avec une grande quantité de pyrites de fer et de cuivre et un peu de galène ; l'or était disséminé dans le spath calcaire. A la limite de la Finlande, aux environs de Pétrozavodsk, près du lac Onéga, il y a aussi une mine d'or.

Découverte d'or natif à l'embouchure du Kémi-Elv en Finlande.

On sait que l'industrie des orpailleurs a eu autrefois un grand développement dans certaines parties de la France, même dans des régions telles que l'Ariège, où on ne connaît pas de mines d'or ; d'ailleurs, la plus grande partie de l'or que produit actuellement la Sibérie est extraite de terrains arénacés provenant de la dénudation des montagnes. Mais en Scandinavie, où l'on connaît un assez grand nombre de gîtes aurifères, et où les dépôts arénacés sont très-développés, il est remarquable que l'on n'ait point exploité l'or qui peut s'y trouver ; cependant les alluvions de plusieurs rivières doivent en contenir, et d'après des essais faits par M. Albrecht, ingénieur saxon au service du gouvernement finlandais, le sable granitique des rives du Kémi-Elv renferme des paillettes d'or, mais en faible quantité.

Gîtes de sulfures métalliques contenus dans les terrains paléozoiques.

Appauvrissement en profondeur des gîtes sulfurifères contenus dans les terrains paléozoïques.

J'ai décrit les gîtes de métaux sulfurés et natifs faisant partie des terrains cristallins non fossilifères, qui sont antérieurs à la formation silurienne. Les terrains paléozoïques renferment des gîtes analogues, et ils y sont même assez communs dans la région de Christiania, entre Brévig et le lac Miösen; mais presque tous sont pauvres, et l'on pourrait être facilement induit en erreur par les apparences superficielles. Quelquefois les affleurements ont un aspect séduisant, et ces appâts trompeurs ont été l'origine de spéculations malheureuses; mais les gîtes s'appauvrissent rapidement dans la profondeur, et les travaux d'exploitation ont dû être abondonnés.

Gîtes situés près de la ligne de contact des terrains stratifiés et d'une roche granitique.

Ces dépôts métallifères sont assujettis, en Norwège, à une condition presque invariable; ils sont situés dans le voisinage des lignes de contact des terrains stratifiés paléozoïques et d'une roche porphyro-granitique peu quartzeuse, contenant un peu d'amphibole et de mica, très-riche en orthose à grandes lames; la syénite zirconienne en est une variété. Ces gîtes appartiennent donc à la classe des gîtes de contact, comme l'ont déjà remarqué MM. Keilhau et Daubrée. Ils renferment de la pyrite de cuivre, de la galène argentifère, de la blende et autres minéraux; quelquefois ils sont associés aux gîtes de fer oxydulé que nous avons décrits précédemment et qui se trouvent dans la même position géologique.

Anciennes mines de cuivre.

Dans plusieurs mines on a exploité à la fois de la galène et du cuivre pyriteux; il y avait aussi des mines de cuivre seul, mais peu importantes. Ainsi

M. Keilhau (1) en a signalé plusieurs entre Christiania et le lac Miösen, près de la limite des schistes siluriens modifiés par le granite et de la formation gneissique. Je citerai ici l'ancienne mine de cuivre de Giellebeck, située un peu au Nord de Drammen, au Sud-Est de la route qui conduit de cette ville à Christiania. Le cuivre pyriteux s'y trouve dans des schistes silicifiés en contact avec le granite, et c'est proche des carrières où on exploite le calcaire cristallin et grenatifère de Griellebeck, qui est devenu un exemple classique de métamorphisme. Dans cette mine il y a aussi du fer oxydulé, des grenats, de la pyrite de fer et du bismuth sulfuré; la masse exploitée avait la forme d'un rognon irrégulier. Un peu à l'Est de ces mines, près d'Ulven, on a encore fait des recherches sur des gîtes cuivreux faisant partie de masses schisteuses isolées au milieu du granite.

Un peu au Sud de Drammen, à Egholt, on a exploité dans des schistes endurcis, au contact du granite porphyrique, de la galène et de la pyrite de cuivre accompagnées de blende, de malachite, de chaux fluatée, de chaux carbonatée et de quartz. Mines d'Egholt.

Les mines de plomb qui ont eu le plus d'importance sont celles de Wedelseje ou Conerud, situées à 5 kilomètres au Sud-Ouest de Drammen, sur le flanc de la montagne de Cònerud. Les travaux d'exploitation ont été approfondis jusqu'à 226 mètres au-dessous des affleurements, ou environ 115 mètres au-dessous de la galerie d'écoulement. Le minerai se trouve dans un calcaire gris-blanc, grenu, associé à des couches de schistes endurcis et compactes; près de la galerie d'écoule- Mines de Conerud.

(1) Gea Norwegica, p. 65.

ment les couches m'ont paru être presque horizontales, mais à peu de distance de là elles se redressent. La limite du granite est peu éloignée, et même au milieu des roches stratifiées de cette localité on observe des masses isolées de granite. A en juger d'après la forme des excavations, ces gîtes se composent d'amas irréguliers ou de gros rognons superposés, et ils m'ont paru, comme du reste la plupart des gîtes de cette zone, avoir une certaine analogie de forme avec les amas de contact des Pyrénées, bien qu'étant moins vastes. La galène argentifère formait le minerai principal; mais d'après ce que l'on voit sur les haldes, elle devait être mélangée d'une grande quantité de blende grise, brune et noire, habituellement lamelleuse, quelquefois compacte. J'ai vu aussi beaucoup de cuivre pyriteux et un peu de cuivre panaché avec du cuivre carbonaté bleu et vert. Comme dans les gîtes de cette espèce, le minerai forme souvent des veines irrégulières et ramifiées dans la roche calcaire adjacente, qui en est elle-même imprégnée, et qui renferme des druses et réseaux de filets métallifères, offrant en petit l'image d'un stockwerk. Les sulfures sont accompagnés de quartz, de chaux carbonatée, de spath fluor bleuâtre et lilas.

Mines de Jarlsberg.

A quelques kilomètres au Sud de Wedelseje, près des mines de fer d'Aaserud, se trouvent les anciennes mines de plomb argentifère de Jarlsberg, dans des schistes modifiés très-voisins du granite : ici et dans presque tous les gîtes plombifères de la région silurienne de Christiania, la galène est accompagnée de beaucoup de blende.

Diorites sulfurifères.

Les sulfures métalliques se rencontrent quelquefois dans les masses dioritiques qui forment

des filons à travers les terrains siluriens de la Norwège. Ainsi, un peu au Nord de Christiania, l'église d'Agger est bâtie sur un filon dioritique contenant de petites veines de galène et de blende ; d'ailleurs les diorites de cette époque sont quelquefois imprégnés d'une grande quantité de pyrite de fer.

Il n'existe pas de mine de cobalt gris dans les terrains siluriens, mais cette substance se trouve mélangée avec le minerai d'autres gîtes. Ainsi, à Aaserud, le fer oxydulé en renferme quelques grains ; de même le bismuth sulfuré a été trouvé dans les mines de fer de Narverud et dans la mine de cuivre de Giellebeck. Cobalt gris et bismuth sulfuré.

Les gîtes sulfurifères sont beaucoup plus rares dans les terrains paléozoïques de la Suède que dans ceux de la Norwège : on connaît quelques veines métallifères dans les couches de calcaire silurien qui entourent le lac Siljan, et même on a exploité au XVIIIe siècle des mines de plomb argentifère à *Silfberg*, à *Dunckhålsbacken* et *Högsmyra*, près de Boda, dans la paroisse de Rättvick ; la galène y est accompagnée de blende, de calamine et de pyrite de fer ; mais il paraît, d'après Hisinger (1), que le minerai a disparu dès qu'on a atteint une profondeur de 10 à 12 mètres. Gîtes sulfurifères contenus dans les terrains paléozoïques de la Suède.

Le grès de transition de la Suède contient quelquefois aussi des veines métallifères ; ainsi aux environs de Cimbrishamn, et principalement près des villages de Gladsax et Gislöf, dans la paroisse de Nöbbelos, le grès à grains et à ciment quartzeux est traversé, d'après Hisinger, par beaucoup de petits filons renfermant de la galène cubique à grandes facettes, de la blende, du quartz, de la Veines de galène traversant le grès silurien de Cimbrishamn.

(1) Hisinger's Versuch, etc., p. 88.

baryte sulfatée, de la chaux carbonatée et une grande quantité de spath fluor, cristallisé en cube et en octaèdre, et présentant diverses couleurs verte, bleue, jaune, rouge et violette.

Veines de galène contenues dans la formation porphyrique d'Elfdalen.

Les gîtes de galène que nous venons de mentionner ne paraissent pas être, comme ceux de la Norwège, essentiellement inhérents à la surface de contact des terrains stratifiés paléozoïques et du granite de la même période; mais il y a aux environs d'Elfdalen, en Dalécarlie, des gîtes qui se trouvent près de la séparation de ces deux espèces de roches. La formation porphyrique de cette contrée, qui se rattache à la période de transition et qui paraît correspondre au porphyre rhombique des environs de Christiania, renferme quelques gîtes de ce genre; ainsi, d'après Hisinger, on a exploité à Silderås, dans les mines de Rothenthal, des veines qui contenaient de la galène à grains fins avec des gangues de quartz, de chaux carbonatée et fluatée; à l'Est de la veine principale on a trouvé de l'orpiment.

Les lambeaux de terrains secondaires, jurassique et crétacé qui existent dans le midi de la Suède ne paraissent pas contenir de dépôts métallifères.

Résumé général et considérations sur l'origine des gîtes métallifères de la Scandinavie.

Terrains contenant des mines de fer.

Maintenant nous allons résumer les principaux caractères que nous ont présentés les mines de la Scandinavie, et nous ajouterons quelques considérations sur leur origine. Commençons par les mines de fer : Nous avons vu que la plupart des gîtes d'oxydes de fer et les plus importants font partie de la formation gneissique ; il y en a quelques-uns, mais en petit nombre, dans le terrain d'Urthon-

schiefer de la province de Drontheim, et il en existe aussi dans les terrains siluriens de la Norwège méridionale, près de leur contact avec le granite.

Forme des gîtes d'oxydes de fer.

Sauf quelques cas particuliers, ces gîtes ne forment point de véritables filons, mais des amas de formes diverses, des masses cylindroïdes, dont l'axe est fortement incliné ou même vertical et dont la base est ordinairement très-allongée dans le sens de la schistosité des roches encaissantes; souvent même ce sont de grandes plaques lenticulaires, analogues à des couches, mais ondulées, alternativement renflées et amincies. Les amas contenus dans le gneiss sont rarement isolés, ils constituent habituellement des bandes en forme de chapelets; des masses lenticulaires fort nombreuses sont juxtaposées bout à bout suivant un même plan de fissilité ou suivant des plans très-rapprochés; elles forment des séries de plusieurs kilomètres de longueur, comme le montrent les *fig.* 23, 24 et 25, *Pl. III*.

Dimension des amas ferrifères.

Chaque amas considéré isolément a une largeur qui varie de 0m,10 à 60 mètres en Suède et de 0m,10 à 20 mètres en Norwège; leur longueur s'élève à plusieurs centaines de mètres. Il y a, il est vrai, des gîtes qui semblent former des montagnes entières, comme ceux de Taberg en Smålande, de Gellivara, Kirunavara, etc., en Laponie, alors leur largeur et leur longueur peuvent être évaluées à plusieurs milliers de mètres; cependant ce ne sont pas des masses ferreuses tout à fait continues, elles sont divisées en plusieurs parties par des bancs ou veines de roche stérile.

Etendue des mines en profondeur.

Plusieurs mines de fer de la Suède, telles que Danemora, Utö, le Bispberg, etc., ont été approfondies jusqu'à près de 200 mètres ou plus au-dessous de la surface, sans que l'on ait remarqué

un appauvrissement ou amincissement du gîte; cependant il y a plusieurs mines qui ont été abandonnées à cause de la disparition ou de l'appauvrissement du minerai.

Les amas de fer oxydulé sont enclavés dans des roches très-variées.

Les amas de fer oxydulé se trouvent dans des roches très-variées et il ne paraît pas que leur richesse soit influencée par la nature de ces roches; en effet, comme on peut le voir dans le tableau joint à ce mémoire, les uns sont encaissés dans du gneiss ordinaire, les autres dans des schistes quartzeux, micacés, amphiboliques, ou bien dans des couches calcaires; d'autres se trouvent au contact du gneiss et du granite, rarement au milieu même du granite; il en est qui font partie de masses dioritiques ou amphiboliques enclavées dans le gneiss. Il y a des gîtes très-riches dans chacune de ces roches, mais ceux qui consistent en un mélange de fer oligiste et de fer oxydulé se trouvent moins fréquemment dans le gneiss ordinaire que dans les couches de quartz schisteux ou de schiste micacé qui lui sont subordonnées.

Phénomènes de diffusion du fer oligiste dans des schistes quartzeux.

Cependant la nature des parois encaissantes n'est pas sans influence sur la structure et la disposition des minerais : nous avons vu en effet que dans beaucoup de gîtes, le fer oligiste offre une espèce de diffusion entre les lits quartzeux et micacés adjacents. En raison de sa structure feuilletée il s'est couché dans le sens de la schistosité des bancs quartzeux et il s'est associé intimement avec la matière siliceuse, de façon que l'on a une succession de lits ou bandes très-minces, alternativement quartzeuses et ferrugineuses; beaucoup sont composées d'un mélange de particules de quartz et de particules de fer oligiste aussi intime que s'il était le résultat d'un dépôt simultané; souvent le quartz, noyé au milieu des feuillets de fer

oligiste, est presque indiscernable. Il semble dans certains cas que les écailles de fer oligiste aient remplacé le mica en s'associant avec les couches de micaschiste, et l'on a alors une roche de quartz et de fer oligiste qui correspond à l'itabirite du Brésil. Vu les autres caractères des mines de fer, cette union intime du quartz schisteux et du fer oligiste ne paraît pas être le résultat d'un dépôt simultané, mais provenir d'une espèce d'imbibition, d'un phénomène de transfusion ou de transsudation propre au fer oligiste. Lorsque ce phénomène est poussé très-loin et que l'oligiste se trouve en moindre quantité que la matière quartzeuse, comme nous l'avons vu à la mine de Hassel, les gîtes ferreux offrent alors une certaine analogie avec les fahlbandes ou assises schisteuses imprégnées de sulfures métalliques.

Diffusion du fer oxydulé dans des roches calcaires.

Le fer oxydulé, lorsqu'il n'est pas mélangé de fer oligiste, ne se montre pas associé d'une manière aussi intime avec des lits quartzeux ; il forme souvent des veinules intercalées dans le micaschiste, mais ces veinules ont une épaisseur appréciable, le mélange n'a pas lieu ordinairement particule à particule. L'oxyde de fer magnétique présente un caractère de diffusion d'un genre analogue, mais dans une roche différente, dans la pierre calcaire : le fer oligiste a beaucoup moins de tendance à se répandre dans cette roche, comme s'il y avait eu une attraction moléculaire entre certains minéraux et les éléments de certaines roches. Le mélange du calcaire et du fer oxydulé est quelquefois si intime, qu'on ne peut le reconnaître qu'à l'aide d'essais chimiques. Le minerai de fer d'Aaserud, près de Drammen, montre que le fer oxydulé s'associe aussi bien à des calcaires paléozoïques qu'à des calcaires du terrain gneissique ; on peut donc en

conclure que c'est un phénomène de diffusion ou de cémentation plutôt que le résultat d'une fusion simultanée. Le calcaire s'est comporté comme une éponge susceptible d'absorber du fer oxydulé, et il en est de même des schistes quartzeux relativement au fer oligiste.

L'injection des veines de granite à gros grains dans les gîtes de fer oxydulé est un phénomène général dans le Nord de l'Europe.

Nous avons reconnu comme un fait général la présence des veines de granite à gros grains qui traversent les gîtes de minerai de fer; en effet, nous avons signalé ces veines en Suède, en Norwège, en Finlande, et nous avons vu qu'il y en a aussi à Gellivara en Laponie; elles dépendent évidemment d'un même phénomène qui s'est développé depuis la côte occidentale de la Norwège jusqu'au lac Ladoga, près de Saint-Pétersbourg. Ces veines se rattachent au granite à larges lames d'orthose et d'oligoclase, peu micacé, que nous avons décrit dans notre Coup d'œil sur la constitution géologique de la Scandinavie, granite qui est postérieur aux amas de minerai de fer et aux roches dioritiques.

Phénomène des skölar.

Nous avons remarqué dans beaucoup de gîtes un autre phénomene, celui des *skölar*, c'est-à-dire des veines de chlorite, de talc ou de serpentine qui traversent les amas de fer oxydulé en divers sens. Elles n'ont pas influé sur la formation de ces amas, car elles correspondent à des plans de division, seulement elles servent au mineur en lui facilitant l'abattage de la roche : mais ces mêmes veines ont exercé une action très-manifeste sur le dépôt des sulfures métalliques.

La structure et la grosseur des grains de fer oxydulé sont en rapport avec la nature des roches encaissantes.

En examinant le tableau que j'ai tracé des gîtes d'oxydes de fer, on reconnaît que dans une même région et dans les gîtes analogues, la structure du fer oxydulé et la grosseur du grain sont à peu près les mêmes : ainsi dans les mines de la Suder-

manie et dans celles des environs d'Arendal, le minerai est à gros grains et affecte généralement une structure lamelleuse ; il présente des clivages parallèles aux faces de l'octaèdre régulier. Dans beaucoup de gîtes où le minerai est presque dépourvu de gangues, tels que le Bispberg, Herrängs, Jerna, Gellivara, etc., le fer oxydulé est à grains moyens et cristallins qui tendent à prendre la forme octaédrique et qui se désagrégent avec facilité, probablement par suite de la contraction qu'ils ont éprouvée en se solidifiant.

Lorsque le fer oxydulé forme des masses enclavées dans le calcaire, comme à Danemorà, à Clackberg, à Aaserud, etc., il est habituellement à grains fins et quelquefois presque compacte. Lorsqu'il est disséminé dans des roches dioritiques ou amphiboliques, il est ordinairement à petits grains, et il en est de même lorsqu'il est associé à du fer oligiste : celui-ci se présente habituellement sous forme de petits feuillets ou d'écailles ; cependant il y a quelques mines, aux environs de Krageröe, où le fer oligiste est à gros grains et présente une forme cristalline rhomboédrique.

C'est une circonstance fort curieuse que les gîtes innombrables de minerai de fer que renferment les terrains de la Scandinavie, soient formés presque sans exception d'oxydule et de peroxyde anhydre, mais non d'hydroxyde, ni de carbonate, ou d'alumino-silicate : ces substances ne s'y trouvent qu'accidentellement, et l'hématite rouge elle-même y est exceptionnelle, les oxydes de fer ont pris constamment une structure cristalline.

Des minéraux qui se trouvent dans les gîtes de minerai de fer.

Les minéraux que l'on rencontré dans les gîtes de minerai de fer sont très-variés, mais on ne peut les considérer tous comme en faisant partie essentielle : il en est qui ont évidemment une origine

différente de celle de la masse ferreuse, qui remplissent des fissures, des druses ou font partie de filons transversaux et ne peuvent être considérés comme contemporains des gîtes. Aussi pour en donner une idée précise, je pense qu'au lieu d'énumérer les uns à la suite des autres, tous les minéraux que l'on rencontre dans les gîtes de minerai de fer, il vaut mieux les classer d'après les caractères de leur gisement. Voici les divisions qui me paraissent les plus rationnelles et les minéraux appartenant à chacune d'elles.

1er GROUPE : Minéraux enchevêtrés ou mélangés intimement avec les oxydes de fer, et paraissant avoir été simultanément dans un état de mollesse pâteuse.

1° Gangues pierreuses généralement étrangères aux roches encaissantes : pyroxène (malacolite et hédenbergite), épidote (pistazite), apatite. Raretés : gahnite ou spinelle zincifère, corindon, liévrite ou ilvaïte (silicate de fer et chaux), helvine (sulfo-silicate de manganèse et de glucine), pyrosmalite (chloro-silicate de fer et de manganèse).

2° Gangues faisant souvent aussi partie des roches environnantes : feldspath cristallisé ou grenu, pétrosilex, quartz hyalin, compacte, grenu, schisteux, ou jaspé; mica, talc, chlorite, chaux carbonatée grenue ou lamelleuse; dolomie, amphibole (hornblende, actinote et trémolite), grenats (almandin, grossulaire ou colophonite, mélanite, etc.).

Raretés : la paranthine et la condrodite qui ordinairement se rencontrent toutes deux dans des roches calcaires.

2e GROUPE : Minéraux qui sont quelquefois dis-

séminés au milieu des masses ferreuses, mais qui sont plus ordinairement concentrés par places ou par nids, disposés en nodules, veines ou filets.

1° Minéraux pierreux : serpentine, asbeste, chlorite, talc (1), quartz cristallisé, carbonates de chaux et de magnésie; graphite, anthracite, et houille sèche qui sont en noyaux; bitume habituellement en globules dans des druses de quartz ou de chaux carbonatée.

Raretés : arragonite, chaux fluatée et tungstatée, baryte sulfatée, pikrolite (hydrosilicate magnésien), gillingite (hydro silicate de fer et d'alumine).

2° Minéraux métalliques : sulfures de fer, de zinc, et de plomb; sulfures doubles de cuivre et de fer (cuivre pyriteux et panaché); mispickel, carbonate de fer, carbonates de cuivre bleu et vert.

Raretés : sulfures de cuivre, de molybdène et de bismuth; tellurure de bismuth, cobalt gris et arséniaté, nickel oxydé, cuivre oxydulé, manganèse carbonaté et silicaté; argent et or natifs; fluorure de cérium hydraté, carbonate d'oxyde de cérium, cérite et cérine.

3e GROUPE : Minéraux trouvés dans les masses ferreuses et dans les veines de granite à gros grains qui les traversent.

Quartz hyalin, orthose, oligoclase, albite, mica, amphibole, zircon, sphène, et oxyde d'étain (exceptionnel).

4e GROUPE : Minéraux exclusivement propres aux veines granitiques qui traversent les gîtes fer-

---

(1) On conçoit que le même minéral peut faire partie de plusieurs groupes.

reux ou le terrain de gneiss (ce sont des raretés).

Gadolinite, allanite, orthite, émeraude, pétalite, triphane, mica lépidolite, tourmaline noire, bleue, verte et rose.

5e groupe : Minéraux tapissant des druses et fissures de la masse ferreuse ou des filons granitiques qui la traversent (ce sont des raretés).

Axinite, analcime, apophyllite, mésotype, stilbite, heulandite, et laumonite ; la datholite et botryolite (boro-silicates calcaires) ; babingtonite (silicate titanifère) ; bucklandite (espèce d'épidote à bases d'oxydes de fer), et œrstedtite (silico-titanate de zircone).

La pyrite de fer est la gangue métallique la plus répandue.

Les gangues métalliques qui se montrent le plus fréquemment dans les gîtes de minerai de fer de la Scandinavie sont les pyrites de fer et de cuivre, la blende et la galène : la pyrite de fer est beaucoup plus commune qu'on ne le supposerait, d'après la renommée des fers de Suède ; il n'est pas un seul gîte où je n'en aie observé : aussi dans le tableau général, je ne l'ai mentionnée que là où elle m'a paru être fort abondante, comme à Herrängs, Aaserud, etc.

Gangues pierreuses.

Parmi les gangues pierreuses, la plus commune, sans contredit, et celle qui me paraît la plus essentielle aux gîtes de minerai de fer, c'est l'amphibole : en effet, sur quarante-six gîtes représentés dans le tableau, il y en a que trois où l'on n'en indique pas, et encore il est douteux qu'elle y manque tout à fait.

Le pyroxène est beaucoup moins fréquent, il se trouve seulement dans dix-sept gîtes, le grenat dans trente et un, l'épidote dans vingt-trois, le mica dans vingt-cinq, la chlorite, dans treize, la chaux carbonatée dans trente et un, le quartz dans trente-trois, le feldspath (orthose et oligoclase) dans trente-trois.

Il y a des veines de pegmatite dans vingt-deux gîtes, et des skölar dans dix.

L'amphibole est la gangue pierreuse la plus commune.

L'amphibole est, comme on le voit, la gangue la plus générale; d'ailleurs il y a des gîtes qui font partie de roches amphiboliques, et dans lesquels l'amphibole, accompagnée d'un peu de feldspath, forme presque la seule gangue du minerai; ailleurs elle se trouve dans des proportions très-variables, de façon qu'il y a un passage des gîtes associés aux diorites à ceux qui contiennent peu d'amphibole, mais des silicates ignés d'une autre nature, tels que les grenats, l'épidote, etc.

Gangues calcifères.

Les gangues calcifères, telles que le pyroxène, l'épidote, le grenat grossulaire ou colophonite, etc., qui sont fort abondantes dans plusieurs gîtes, aux environs d'Arendal par exemple, peuvent, dans certains cas, s'être formées en partie aux dépens de bancs calcaires interposés dans les roches encaissantes. Un fait analogue nous est offert par les calcaires siluriens du midi de la Norwège, qui souvent, à l'approche du granite, se sont transformés en une masse de grenats allochroïtes. Cependant, je dois faire observer, que dans beaucoup de mines les couches calcaires qui encaissent les gîtes de fer oxydulé n'ont pas subi une pareille transformation.

Deux manières d'être du quartz et de la chaux carbonatée.

Le quartz hyalin et le carbonate de chaux se trouvent, dans les gîtes de minerais de fer, disposés de deux manières différentes; tantôt ils sont répandus çà et là au milieu de la masse, tantôt ils forment des veines; ils se montrent cristallisés dans des fissures ou des druses. Il est facile de reconnaître que dans beaucoup de cas, le spath calcaire à larges lames est postérieur à la cristallisation du pyroxène, de l'épidote et des autres silicates qui accompagnent le fer oxydulé; car il les recouvre, et en les dissolvant dans de l'acide ni-

trique, on met à nu les agrégats cristallins situés au-dessous.

Les gangues silicatées offrent la même disposition que les éléments des roches plutoniques.

Les gangues silicatées qui paraissent faire partie essentielle des gîtes de fer oxydulé, comme l'amphibole, les grenats, le pyroxène, présentent dans leur association avec le fer oxydulé beaucoup de ressemblance avec la manière d'être des éléments des roches plutoniques, du feldspath, du quartz et du mica dans les granites, du feldspath et de l'amphibole dans les diorites. Ces substances sont en effet enchevêtrées les unes dans les autres, et se pénètrent réciproquement : celles qui sont cristallisées ont marqué leur empreinte sur celles qui sont amorphes, de la même manière que le feldspath sur le quartz dans le granite. Ces gangues offrent donc la même apparence que si elles avaient été simultanément dans un état de mollesse ou de fusion pâteuse; quelques-unes, comme le grenat colophonite, le pyroxène coccolite, etc., se désagrégent aisément, et se réduisent en sable comme le fer oxydulé quand il est pur, et probablement aussi par un effet de contraction.

Il est donc fort probable que les masses de fer oxydulé ont été primitivement dans un état de fusion pâteuse, et qu'elles ont cristallisé à la manière des roches pyrogènes; mais souvent en s'injectant au milieu des roches schisteuses, les oxydes de fer se sont associés avec les éléments de ces roches, le fer oxydulé s'est mélangé avec le calcaire, le fer oligiste avec les schistes quartzeux; ce phénomène de transfusion paraît dépendre d'actions moléculaires.

Les gîtes d'oxydes de fer sont-ils contemporains du gneiss.

Si l'on admet que les gîtes d'oxydes de fer ont été primitivement dans un état de fusion pâteuse, il y aura encore à se demander si ces masses ont surgi du sein de la terre et ont pénétré entre les

couches déjà redressées, ou bien si elles ont été formées en même temps que les terrains de gneiss qui les contiennent. La disposition de beaucoup de gîtes qui forment de grandes plaques allongées dans le sens de la schistosité et comme soudées au gneiss, a déterminé plusieurs savants à les considérer comme contemporains de cette roche; mais je ne puis être du même avis, du moins, dans la majorité des cas. Il faut faire attention que les amas ferreux ne sont essentiellement inhérents, ni au gneiss proprement dit, ni aux roches qui lui sont subordonnées: ainsi il en existe non-seulement dans le gneiss, dans le schiste micacé, dans le quartz schisteux et dans le calcaire, mais encore dans le schiste chloriteux de la formation d'Urthonschiefer; il y en a aussi dans le granite, dans des diorites ou roches amphiboliques. Il est à remarquer que ces différents gîtes possèdent des caractères semblables pour la composition des minerais et des gangues principales: les mines de fer de la Scandinavie ne dépendent donc pas d'une manière absolue des roches encaissantes, et, cependant, il est probable qu'elles ont une origine analogue, quelles que soient ces roches. D'ailleurs, il est des gîtes qui forment évidemment des filons, tels que ceux d'Oppivara (en Finlande) dans le calcaire; ceux de Nœs, près d'Arendal, dans le granite, et ceux de l'île Langö dans la diorite.

Ces gîtes ne sont pas essentiellement inhérents au gneiss.

Les masses d'oxydes de fer qui sont interposées dans des roches de gneiss, de schiste micacé ou de calcaire paraissent en génral s'y être injectées (1):

(1) Le fer oxydulé ou oligiste que l'on rencontre assez souvent disséminé çà et là au milieu des roches schisteuses, ou y formant de minces veinules, ne paraît pas s'y être

l'examen d'un grand nombre de gîtes démontre que ce ne sont pas de véritables couches ou bancs interstratifiés, mais des masses lenticulaires alternativement renflées et amincies, à l'entour desquelles les couches sont ondulées et presque toujours redressées. Quant à leur disposition parallèle à la schistosité, on conçoit que les masses ferreuses se soient injectées entre les plans de schistosité ou de stratification du gneiss et des roches calcaires, parce que c'est le sens où elles rencontraient le moins de résistance à leur éruption. Il paraît qu'à cette époque le terrain gneissique n'offrait pas de grandes fractures transversales à la schistosité ; et, en effet, le phénomène des filons est fort peu développé en Scandinavie.

Soudure entre les gîtes de minerai de fer et leurs épontes.

La soudure qui existe fréquemment entre les gîtes de minerais de fer et leurs épontes, résulte de ce que les matières qui constituent ces gîtes se sont infiltrées pour ainsi dire à travers les roches encaissantes, par suite de phénomènes moléculaires. Ce caractère de soudure n'est pas toujours bien marqué, quelquefois même entre la roche et le minerai, il existe des veines ou plaques chloriteuses (skölar) qui jouent le rôle de salbandes.

Masses ferreuses ayant agi comme roches de soulèvement.

Très-souvent les masses ferreuses un peu considérables paraissent avoir agi comme roches de soulèvement ; car elles se trouvent sur des élévations de terrain, et il y a même des montagnes isolées, en forme de dos d'âne, élevées de quel-

---

introduit par voie d'injection ; mais vraisemblablement il y a pris naissance, de même que les grenats à base d'oxydes de fer qui s'y trouvent aussi quelquefois, par suite de phénomènes de cristallisation dépendant des mêmes causes qui ont produit le métamorphisme de ces roches.

ques centaines de mètres, qui sont composées en majeure partie de minerai magnétique; ainsi le Taberg en Smâlande, le Gellivara en Laponie; il y a aussi dans les monts Ourals des montagnes formées du même minerai.

Au point de vue de leur composition, les amas de fer oxydulé peuvent être envisagés comme des masses douées de caractères un peu variables; si on les considère sous le rapport des gangues, on peut en faire trois divisions :

On peut faire trois divisions des amas de fer oxydulé considérés sous le rapport de leur composition.

1° Ceux qui sont formés presque d'un seul élément, le fer oxydulé : ils peuvent être assimilés à des roches simples;

2° Ceux où le minerai est associé à un mélange de divers silicates, et alors il a pu y avoir complication de phénomènes éruptifs et de phénomènes métamorphiques, par suite d'une transmutation de certains éléments des roches adjacentes, surtout lorsque celles-ci contenaient du calcaire; il s'est produit alors des effets analogues à ceux que présente le contact des roches pyrogènes et stratifiées, il y a eu cristallisation de grenats, épidote, paranthine, etc.

3° Les amas formés d'un mélange de fer oxydulé et de roche amphibolique et ceux en général où l'amphibole est la gangue principale du fer oxydulé. Ces derniers peuvent être rangés dans une série dont une des extrémités consisterait en fer oxydulé presque pur, mélangé de quelques cristaux d'amphibole, et dont l'autre extrémité serait représentée par du diorite faiblement magnétique, ne contenant guère que des traces de fer oxydulé : au milieu de la série se trouveraient les diorites du Taberg qui renferment une proportion moyenne d'oxyde de fer.

Passage des roches amphiboliques aux amas ferreux.

Dans ce passage des roches amphiboliques aux masses ferreuses, c'est en général l'élément feldspathique qui diminue de proportion et qui est remplacé par du fer oxydulé; néanmoins il se montre souvent encore en cristaux très-nets; ainsi j'ai souvent observé des lames d'orthose et principalement d'oligoclase au milieu même du minerai magnétique. D'ailleurs une partie de l'amphibole est fréquemment remplacée par le pyroxène, c'est-à-dire par le silicate qui s'en rapproche le plus; souvent aussi elle est accompagnée de grenats, d'épidote et de mica, comme cela a lieu du reste dans beaucoup de roches amphiboliques(1).

Les amas de fer oxydulé sont contemporains des roches dioritiques.

Lorsque les masses ferreuses ont surgi du sein de la terre, présentant un magma pâteux, formé de silice, d'alcalis, de bases terreuses, d'oxydes de fer et de manganèse, les bases se trouvaient généralement en excès par rapport à la silice; alors le protoxyde et le peroxyde de fer se sont isolés du reste de la masse et ont cristallisé en formant une combinaison saline, l'oxyde magnétique. Toutefois les caractères géologiques des amas de minerai de fer, leur association et leur passage graduel aux roches dioritiques démontrent qu'ils sont généralement contemporains de ces roches et antérieurs au granite à grandes lames d'orthose et d'oligoclase qui s'y injecte sous forme de veines irrégulières. Je n'attache pas à l'expression de contemporanéité l'idée de formation au même mo-

(1) En faisant diverses expériences sur les roches dioritiques, j'ai reconnu dans beaucoup d'entre elles la présence du mica; de façon que le Kersanton de la rade de Brest n'est point une roche exceptionnelle, c'est une variété de diorite très-riche en mica.

ment, mais dans une même période : dans un tableau chronologique des roches les gîtes de minerai magnétique de la Scandinavie doivent être rangés à côté des roches dioritiques, de même que ceux des monts Ourals auprès des porphyres à bases de pyroxène, d'amphibole et d'ouralite.

Dans la formation des gîtes de minerai de fer, il y a eu plusieurs périodes de cristallisation.

Bien que dans leur partie essentielle ils aient une origine simple, puisqu'ils sont le produit d'injections, ces gîtes ont néanmoins donné lieu à des phénomènes complexes : leur éruption a d'abord été accompagnée de phénomènes moléculaires, d'actions métamorphiques; puis entre les fissures de retrait, entre les fentes irrégulières qui se sont formées pendant la solidification des masses ferreuses, s'est introduit le granite à grandes lames qui est le gisement habituel des minéraux rares, tels que le pétalite, le triphane, l'allanite, l'orthite, etc. Plus tard se sont produites les veines de quartz et de spath calcaire qui ont rempli de nouvelles cassures : c'est alors et pendant un temps plus ou moins long qu'ont cristallisé en compagnie du spath calcaire les zéolites et autres minéraux que l'on trouve dans des fissures ou des géodes. Ainsi on reconnait dans beaucoup d'endroits, à Utö, dans le Midi de la Finlande et aux environs d'Arendal, plusieurs périodes de cristallisation bien distinctes, d'abord celle qui comprend l'injection et la solidification des oxydes de fer et de nombreux silicates, puis celle des filons granitiques et plus tard la période de cristallisation des zéolites, du spath calcaire et autres minéraux ; il y a en outre les skölar qui paraissent s'être produits à une époque intermédiaire entre les filons granitiques et les veines de spath calcaire.

Remarques sur la cristallisation de la chaux carbonatée.

On conçoit d'ailleurs qu'il n'existe pas partout des démarcations tranchées entre ces dverses périodes de cristallisation : ainsi de la chaux carbonatée a pu cristalliser avant l'introduction des veines granitiques et même au moment où le minerai de fer s'est solidifié, lorsqu'il a surgi au milieu de couches calcarifères. Néanmoins, d'après les observations que j'ai faites, la chaux carbonatée qui a cristallisé au sein des roches pyrogènes ou métamorphiques, à une haute température et sous une forte pression, est habituellement grenue ou à petites lames; elle est plus rarement à très-grandes lames. Ce minéral ne se montre avec les formes secondaires qui lui sont propres, savoir le prisme à six faces, les métastatiques ou rhomboèdres secondaires, qu'à l'intérieur des vides, des druses ou des fissures où il paraît avoir cristallisé après coup et probablement par séparation d'un liquide aqueux ou par voie électro-chimique.

Sur les gîtes de fer oxydulé contenus dans des roches de la période de transition.

Les gîtes de fer oxydulé contenus dans des roches de la période de transition paraissent avoir la même origine que ceux des terrains primitifs, c'est-à-dire avoir été produits par voie d'éruption; ils se trouvent, comme nous l'avons vu, près de la jonction des terrains stratifiés et des roches granitiques zirconifères, tantôt dans les schistes silicifiés, tantôt dans les calcaires métamorphiques, et tantôt dans le granite ou le porphyre; ils dépendent plutôt de la zone de contact qu'ils ne sont inhérents à telle ou telle roche. D'après ce que nous avons vu à Aaserud, la formation de ces minerais se rattache, dans certains cas, à l'éruption de roches dioritiques, comme cela a lieu pour les minerais oxydulés du terrain gneissique. De même que ces derniers, ils paraissent s'être in-

jectés dans un état de fusion pâteuse, mais au lieu de s'introduire suivant des plans de fissilité, ils ont profité des fissures que leur offrait la séparation des roches plutoniques et stratifiées.

Je n'ajouterai rien à ce que j'ai dit concernant les gîtes de minerais de fer des lacs et marais; nous avons vu que la matière ferreuse provient de la décomposition des pyrites et de la dénudation des roches ferrifères de la Scandinavie, et qu'elle est entraînée par les eaux courantes. Comme l'ont montré plusieurs savants, les acides provenant de la décomposition spontanée des matières organiques ont servi de véhicule à l'oxyde de fer; celui-ci, en se peroxydant, a formé un sous-sel insoluble qui s'est précipité à l'état gélatineux. Minerais de fer des lacs et marais.

Quant aux gîtes de fer chromé, la liaison intime qu'ils offrent avec la serpentine ne peut s'expliquer qu'en attribuant à ces deux substances la même origine; elles paraissent s'être injectées simultanément à l'état de fusion, tantôt entre les couches de schistes cristallins, tantôt entre les fissures d'une roche diallagique; on sait d'ailleurs que beaucoup de serpentines sont chromifères. Gîtes de fer chromé.

Résumé des caractères des gîtes de métaux sulfurés, sulfarséniés et natifs.

Les mines de métaux sulfurés, sulfarséniés et natifs nous offrent presque tous les types de gîtes que l'on observe dans le reste de l'Europe. En effet, à Kaafiord, Raipas et autres points de la Norwège on a des filons bien caractérisés, coupant les roches stratifiées et massives; mais ce genre de gîtes, qui est le plus fréquent en Allemagne, en France Gîtes en forme de filons.

et en Angleterre, se montre peu développé en Scandinavie.

Groupes de veines peu étendues.

Quelques mines ont été exploitées sur des veines peu régulières et peu étendues en longueur, telles que les veines aurifères d'Eidsvold en Norwège, les veines de galène argentifère qui traversent les roches palœozoïqués de la Suède dans la Dalécarlie et la Scanie; ou bien on a des bandes rectilignes de veines ou de fissures métallifères, comme celles de Kongsberg. Le minerai ne se trouve pas seulement à l'intérieur de ces veines, mais il a aussi pénétré dans la roche adjacente.

Gîtes en forme de fahlbandes.

Les gîtes qui ont pour origine des fentes remplies sont les moins fréquents dans le Nord de l'Europe; les sulfures ou sulfarséniures métalliques sont en général intimement mélangés à des roches stratifiées ou schisteuses, quelquefois à des roches massives. C'est ce caractère de dissémination propre aux sulfures cuivreux, plombeux, argentifères et cobaltifères, qui donne aux mines de la Scandinavie une physionomie particulière, et qui les distingue des autres gîtes. Il est poussé à l'extrême dans les fahlbandes de Kongsberg, qui ont une étendue de plus d'un myriamètre; mais dans les gîtes exploitables, la matière métallique est ordinairement beaucoup plus concentrée, et même quelquefois la pyrite cuprifère forme des bancs presque massifs. Tantôt les zones de schistes cristallins imprégnés de sulfures offrent l'apparence d'assises régulières, tantôt les particules métalliques ont éprouvé des concentrations locales et affectent des dispositions particulières en rapport avec certains accidents des roches métallifères : par exemple, à Falun et à Sala, la pyrite de cuivre et la galène argentifère sont rassemblées autour de veines chlo-

riteuses ou talqueuses (les sköllar). Nous avons vu que le principal gîte cobaltifère de Tunaberg, celui de Bescheska, ne forme point une assise régulière, mais une espèce de colonne aplatie disposée obliquement dans le plan de stratification; et en plusieurs endroits de cette région, aux mines d'Adolphe, par exemple, le calcaire imprégné de cuivre pyriteux et de cobalt gris est mélangé d'une grande quantité de nodules bruns, d'apparence serpentineuse, contenant de petits feuillets de mica et des lamelles d'amphibole, qui semblent avoir produit un effet de concentration sur les minerais. Néanmoins la diffusion des sulfures métalliques dans les roches primitives de la Scandinavie, suivant des zones allongées dans le sens de la schistosité, constitue le caractère essentiel des gîtes de cette espèce, et nous a déterminé à leur donner le nom de gîtes en *fahlbandes*, en généralisant la dénomination employée depuis longtemps à Kongsberg.

Les dépôts métallifères situés à la séparation des schistes ou calcaires et des roches granitiques ressemblent, comme nous l'avons vu, aux amas de contact des autres contrées, et nous offrent des exemples des gîtes irréguliers les plus communs. La substance métallique a rempli des crevasses de formes diverses, des fentes irrégulières et ramifiées, elle imprègne aussi la roche encaissante; les gangues principales qui l'accompagnent sont le quartz, la chaux carbonatée et fluatée. Les nombreux gîtes de contact que forment dans la Norwège méridionale le cuivre pyriteux et la galène argentifère sont analogues aux mines de cuivre et de plomb de la Toscane qui ont été très-bien dé- **Amas de contact.**

critespar M. A. Burat (1), et qui se trouvent à la séparation des terrains crétacés et des roches serpentineuses.

Relations entre les dépôts et sulfures métalliques et roches encaissantes.

Maintenant je vais signaler les relations qui lient les dépôts de sulfures métalliques à la nature des terrains encaissants. Il est étonnant que ces relations n'aient point excité l'attention des observateurs, bien qu'elles aient une importance évidente. Les sulfures et sulfarséniures se montrent quelquefois en Scandinavie disséminés au milïeu de roches massives, des amphibolites, de la serpentine, desamas de fer oxydulé, etc.; mais la plupart des gîtes se trouvent dans des roches schisteuses ou stratifiées; ils ne sont pas, habituellement, renfermés dans le gneiss proprement dit, mais dans des couches quartzeuses, micacées, chloriteuses, amphiboliques ou calcaires. La roche gneissique qui forme les fahlbandes cuprifères d'Åreskuttan semble faire exception à la règle; mais nous avons vu qu'elle se rapproche plus du micaschiste que du gneiss, car elle est très-quartzeuse et contient peu de feldspath.

Les roches feldspathiques sont pauvres en sulfures métalliques.

Les roches feldspathiques semblent donc avoir été peu propices au dépôt des sulfures et des sulfarséniures, comme s'il y avait eu une action répulsive entre ces substances et le feldspath. Par conséquent, si les veines de granite à gros grains ou de pegmatite qui traversent les fahlbandes cuprifères ou cobaltifères sont habituellement dépourvues de particules métalliques, ou n'en contiennènt que de petites quantités, on ne peut en conclure avec certitude que les veines sont postérieures à la formation des minerais, car leur sté-

(1) Études sur les mines, p. 153.

rilité peut tenir à ce que le granite ne se trouvait pas dans des conditions convenables pour que les métaux vinssent s'y déposer.

J'ajouterai ici, d'une manière générale, qu'il est rare de voir associés ensemble les minerais métalliques et les éléments des roches feldspathiques; d'après une observation que m'a communiquée M. de Hennezel, les gneiss de l'Aveyron paraissent être plus pauvres en sulfures que les autres schistes. Les minerais de cuivre et de plomb manquent aussi dans les roches feldspathiques de la Toscane; mais M. Burat regarde ces roches comme ayant été produites à une époque plus récente que les gîtes métallifères de cette contrée.

Association générale de la galène argentifère avec des roches calcaires et de la pyrite cuivreuse avec des schistes micacés ou chloriteux.

En Scandinavie, il y a des mines de plomb et argent dans du schiste micacé ou chloriteux, et des mines de cuivre dans du calcaire; néanmoins la majeure partie des gîtes de galène argentifère se trouve dans des roches calcaires, et la plupart des gîtes de cuivre pyriteux sont dans des schistes quartzeux, micacés et chloriteux, comme s'il y avait une tendance particulière à l'association entre les sulfures cuivreux et le micaschiste, d'une part, le sulfure de plomb et le calcaire, d'autre part.

Nous avons déjà vu que les skölar ou veines de chlorite, de talc et de serpentine, paraissent avoir déterminé une concentration sur la pyrite cuivreuse de Falun, sur la galène argentifère de Sala, sur le cobalt gris, et principalement sur le mispickel cobaltifère et sur le cuivre pyriteux de Skutterud et Snarum.

Enrichissement produit par les fahlbandes de Kongsberg.

Quant à l'enrichissement produit par les fahlbandes sur les veines argentifères de Kongsberg, nous avons montré qu'il ne faut pas l'attribuer à la supposition que l'argent provient d'émanations

latérales ayant leur origine dans les fahlbandes, mais simplement à une action chimique ou électrique exercée par les sulfures métalliques des fahlbandes sur les matières argentifères qui émanaient le long de fentes transversales à la stratification.

Les mines de cuivre, de cobalt et de plomb argentifère renferment en général les mêmes gangues pierreuses.

Dans l'examen des gangues qui accompagnent les gîtes sulfurifères, nous ferons abstraction des filons de Kaafiord et des veines de Kongsberg, qui coupent les roches schisteuses et offrent une disposition exceptionnelle en Scandinavie. A l'inspection des gîtes en fahlbandes inscrits dans le tableau n° 2, on voit qu'indépendamment des éléments des roches encaissantes qui forment partout les gangues principales, ce sont en général les mêmes minéraux pierreux qui se rencontrent dans les gîtes de sulfure cuivreux, de sulfarséniure de cobalt et de sulfure plombo-argentifère. La plupart de ces minéraux s'y trouvent à peu près dans les mêmes proportions et dans les mêmes circonstances de gisement; aussi est-il probable que les conditions générales dans lesquelles se sont produits ces divers gîtes ne diffèrent pas d'une manière essentielle.

Proportions relatives des différentes sortes de gangues.

Ici, comme dans les gîtes de fer oxydulé, c'est l'amphibole qui est la gangue la plus répandue après le mica et le quartz, qui font partie intégrante des roches métallifères : ainsi, sur 36 gîtes, il y en a 30, c'est-à-dire les cinq sixièmes, qui en renferment; ce sont ensuite les grenats et la chaux carbonatée qui se rencontrent le plus fréquemment : il y a près des deux tiers des gîtes où l'on en trouve (23 et 22). Le pyroxène et l'épidote, qui abondent dans beaucoup de gîtes de fer oxydulé, sont rares dans ceux de sulfures cui-

vreux et plombeux. Le quartz cristallisé ou hyalin est très-commun, et d'ailleurs le quartz grenu ou schisteux existe dans presque tous les gîtes comme élément des terrains métallifères; il en est de même du mica : ce minéral, la chlorite et le talc se montrent quelquefois cristallisés. Le feldspath (orthose, oligoclase et autres espèces) est assez fréquent, mais souvent il fait partie des veines de pegmatite qui traversent les gîtes. La chaux phosphatée ne se rencontre presque jamais dans les dépôts de sulfures métalliques; la chaux fluatée y est au contraire beaucoup moins rare que dans les gîtes de fer oxydulé, et se trouve principalement dans les mines de plomb argentifère.

Comparaison entre les gîtes d'oxydes de fer et ceux de métaux sulfurés, sulfarséniés et natifs.

Si l'on compare les gangues pierreuses des gîtes de sulfures métalliques avec celles des amas de fer oxydulé et oligiste, comme je l'ai fait dans le tableau p. 402, on voit que l'on trouve dans les uns et les autres beaucoup de substances communes; le nombre en est d'environ une soixantaine. Il y a 30 minéraux qui ont été trouvés seulement dans les gîtes de minerai de fer, et ce sont en général des composés renfermant des bases alcalines et terreuses, principalement des silicates.

Substances communes aux gîtes d'oxydes de fer et de sulfures métalliques.

Il y a 36 minéraux qui appartiennent exclusivement aux gîtes de sulfures métalliques de la Scandinavie : ce sont en grande partie des combinaisons non oxydées des métaux proprement dits, et la plupart proviennent de mines de cuivre. La dichroïte a été remarquée dans beaucoup de ces mines: ainsi à Tunaberg, à Falun, à Sohlstad

Minéraux trouvés exclusivement dans des gîtes de sulfures métalliques.

MINÉRAUX TROUVÉS

A LA FOIS DANS LES GÎTES D'OXYDES DE FER ET DANS CEUX DES AUTRES MÉTAUX, CUIVRE, COBALT, PLOMB. ARGENT ET OR.	SEULEMENT DANS LES MINES DE FER.	SEULEMENT DANS LES MINES DE CUIVRE, COBALT, PLOMB, ARGENT ET OR.
Baryte sulfatée (Danemora, Sala, etc.). Chaux carbonatée (rhomboédrique). Arragonite (Långbanshytta, etc.). Chaux phosphatée. — fluatée (Taberg, en Wermlandie, Riddarhytta, etc.). — tungstatée ou schéelin calcaire (Bispberg, Darlkarlsberg). Dolomie. Oxyde de manganèse. Fer sulfuré jaune, blanc et magnétique. Sulfarséniure de fer (mispickel). Fer oxydulé. — oligiste. — oxydé hydraté. — carbonaté. — titané. Cobalt gris ou sulfarsénié. — arséniaté. Zinc sulfuré. Plomb sulfuré. Bismuth sulfuré. — telluré (Bastnäs, en Westmanie, et Mosnapomdal, dans le Tellemarken). Étain oxydé (à Utö et Pitkäranta). Cuivre pyriteux. — panaché. — oxydulé (à Norberg, etc.) — carbonaté bleu et vert.	Berzélite (arséniate de chaux et magnésie, à Långbanshytta). Corindon (Gellivara). Gadolinite (yttrocerium silicaté) Orthite (alumino-silicate de chaux et oxyde de cérium } (dans les filons granitiques traversant les gîtes d'oxydes de fer). Cérium carbonaté — hydrofluoré — hydrosilicaté (cérine) Allanite (silicate cérifère) } (mines de Bastnäs en Westmanie). Manganèse silicaté (Utö et Långbanshytta). — carbonaté (Långbanshytta). Chamoisite ou silico-aluminate de fer hydraté (Grangjärde). Pyrosmalite ou chloro-silicate de fer et manganèse (à Nordmarck). Nickel arsenical (Arendal et Langö). — arséniaté (Nordmarck).	Chaux sulfatée (Falun, Sala). — anhydro-sulfatée (Falun). Wawellite (Kongsberg). Cobalt sulfuré (Loos). — arsénical (Tunaberg, Skutterud). Nickel gris (Loos). Sulfure de fer nickélifère (Kleva, en Smålande). Pyrite cuivreuse nickélifère (Espedalen, en Norwége). Urane oxydé hydraté (Skrickerum, en Smålande, Strömsheien, Norwége). Bismuth natif (Loos).

Quartz.
Grenats (grossulaire ou colophonite, almandin et mélanite.
Paranthine.
Épidote.
Feldspaths { orthose. albite. oligoclase.
Amphigène (Arendal, Konsberg).
Apophyllite (Utö, Falun).
Mésotype (Arendal, Åreskuttan).
Stilbite (Arendal, Åreskuttan).
Zéolite rouge ou farineuse (Wick, près de Garpenberg, et Oedelfors).
Préhnite (Arendal, Åreskuttan).
Talc.
Stéatite.
Serpentine.
Hisingérite ou gillingite (hydrosilicate de fer, à Gillinge, paroisse de Swärta, et à Riddarhytta).
Pikrophylle (variété de serpentine, à Taberg, en Smålande et Sala).
Amphibole (trémolite, actinote et hornblende).
Pyroxène (malacolite et hédenbergite).
Asbeste et amiante.
Mica.
Chondrodite (Taberg, en Wermlandie, et Orriyärvi).
Tourmaline (Arendal, Skutterud, etc.)
Sphène (Arendal, Skutterud, etc.)
Gahnite (Arendal, Falun, etc.)
Axinite (Utö, Nordmarck, Kongsberg).
Matières charbonneuses, graphite, anthracite, houille et bitume.

Idocrase (Oppivara, près d'Imbelax, en Finlande).
Émeraude (Arendal).
Pétalite / Triphane { (dans des filons granitiques traversant les mines de fer d'Utö)
Heulandite (Arendal).
Analcime (Arendal).
Saponite (hydrosilicate d'alumine et magnésie, à Svärdsjö, en Dalécarlie).
Hydrophyte (hydrosilicate de fer et magnésie, à Taberg, en Smålande).
Zircon (Arendal, Nœs, etc.).
OErstédite (Arendal).
Babingtonite (Arendal).
Lépidolite (à Utö, dans les filons granitiques).
Datholite / Botryolite { (boro-silicates de chaux, à Arendal et Utö).
Liévrite (Bredgang, près de Skien).
Helvine (Hörte, en Norwège).

— sulfuré / Divers sulfantimoniures de plomb argentifère } (Sala).
Titane rutile (Skutterud et Snarum).
Cinabre (Sala).
Cuivre natif (Aardal, Riddarhytta, etc.)
Cuivre sélénié
— sélénié argentifère ou eukaïrite } (à Skrickerum, en Smålande).
— sulfuré.
— hydro-silicaté (Strömsheien, etc.).
— gris antimonifère ou fahlerz (Grythytte, Eidsvold).
— gris arsénifère ou tennantite (Skutterud).
Argent sulfuré (Kongsberg).
— antimonié (Sala).
— sulfantimonié (Kongsberg).
— chloruré (Kongsberg).
— amalgamé (Sala).
Amphodélite (Tunaberg, etc.).
Falunite (Falun).
Dichroïte (Falun, Orriyärvi, etc.)
Labrador (syénite hypersthénique cuprifère), d'Espedalen, en Norwège).
Chabasie (Gustafsberg, dans le Jemtland).
Harmotôme (Kongsberg).
Laumonite (Falun).

et Skjelö en Smålande, et à Orriyärvi en Finlande. Malgré l'apparente complication qui résulte de la présence de substances accidentelles, les gangues habituelles et les minérais de cuivre offrent une grande simplicité de composition ; ces gangues sont des masses quartzeuses, micacées où chloriteuses, quelquefois de la pyrite de fer. Les minerais consistent uniquement en cuivre pyriteux et panaché, quelquefois en cuivre sulfuré. Les cuivres gris, bournonites, etc., sont ici tout à fait exceptionnels, les carbonates et hydrosilicates de cuivre sont rares ; les phosphates, arséniates et chlorures, le cuivre natif et oxydulé manquent presque tout à fait.

D'ailleurs l'abondance des minéraux silicatés, tels que l'amphibole, le pyroxène, les grenats, l'épidote, etc., est incomparablement plus grande dans les gîtes de fer oxydulé que dans les mines de cuivre, de cobalt ou de plomb : dans celles-ci la majeure partie des gangues est fournie par les éléments de la roche métallifère; les minerais sont noyés dans cette roche, et souvent ils sont en relation avec des matières talqueuses ou chloritées, qui se rencontrent ici beaucoup plus fréquemment que dans les mines de fer.

Les zéolites sont généralement postérieures aux matières métalliques.

Il y a des zéolites dans les gîtes sulfurifères comme dans ceux de fer oxydulé ; ainsi l'on trouve de la chabasie, de la préhnite, de la mésotype et de la stilbite dans les mines de cuivre d'Åreskuttan, de l'apophyllite et de la laumonite à Falun. Ces minéraux paraissent avoir pris naissance à une époque où les matières métalliques s'étaient déposées dans les roches, et où la plupart des silicates avaient déjà cristallisé; je l'ai démontré d'une manière incontestable pour la laumonite de Falun. La postériorité est un

peu moins évidente pour les autres zéolites, cependant on les trouve toujours dans des druses ou fissures; très-souvent elles y ont cristallisé avec du spath calcaire.

Dans tous les gîtes, il y a de la pyrite de fer.

Dans les mines de cuivre, de cobalt et de plomb argentifère, les sulfures qui forment l'objet spécial de l'exploitation sont généralement accompagnés des mêmes minéraux métalliques, mais ils s'y trouvent dans des proportions différentes : la pyrite de fer ordinaire se montre dans tous les gîtes sans exception, mais elle est en petite quantité dans la plupart des mines de plomb argentifère, tandis que dans plusieurs mines de cuivre, telles que Falun, Foldal, Kongens, etc., elle forme l'élément prédominant, et la pyrite cuivreuse s'y trouve souvent mélangée en particules indiscernables.

Pyrite magnétique.

La pyrite magnétique est assez fréquente dans les mines de cuivre; on la trouve dans 15 gîtes sur 24, et dans quelques-uns, à Gothaab par exemple, elle est fort abondante.

Cuivre panaché.

Le cuivre panaché existe dans presque toutes les mines de cuivre et de cobalt, mais il est habituellement subordonné à la pyrite de cuivre, qui forme le minerai principal.

Galène et blende.

La galène et la blende se tiennent compagnie ici comme dans les autres pays de l'Europe ; elles sont associées à beaucoup de gîtes cuivreux, de même que l'on rencontre de la pyrite de cuivre dans la plupart des mines de plomb argentifère de la Suède; néanmoins j'ai remarqué que dans les mines de cuivre la blende est ordinairement plus abondante que la galène.

Cuivre gris, mispickel.

J'ai déjà signalé la rareté du cuivre gris, même dans les gîtes qui renferment principalement des

sulfarséniures de fer et de cobalt. Le mispickel abonde dans quelques mines, principalement dans celles de cobalt, et alors il est habituellement cobaltifère.

Sulfures de cuivre de molybdène et de bismuth.

Les sulfures de cuivre, de molybdène, de bismuth ne sont pas très-rares, mais ils se trouvent en petite quantité : c'est seulement dans deux ou trois mines, telles que celles de Strömsheien dans le Sœterdal, et de Bygland dans le Tellemarken, que le cuivre sulfuré forme un minerai important.

Rareté des composés salins d'oxydes métalliques.

Le plomb carbonaté, qui se trouve avec une certaine abondance dans plusieurs mines de France et d'Allemagne, paraît manquer en Scandinavie ; il en est de même du phosphate, de l'arséniate et du sulfate de plomb. En général, les composés salins d'oxydes métalliques sont rares dans les gîtes sulfurifères du Nord de l'Europe ; le cuivre carbonaté et le cobalt arséniaté se rencontrent quelquefois dans les parties superficielles.

Fer oxydulé, gahnite, titane rutile.

Le fer oxydulé existe dans beaucoup de gîtes sulfurifères de la Scandinavie : sur trente-six gîtes, il en est treize qui en contiennent. On y voit rarement de la gahnite et du titane rutile : ces substances sont disposées dans les roches schisteuses de la même manière que les minéraux produits par voie de métamorphisme dans les roches modifiées.

Solidité des roches cristallines et des amas métallifères de la Scandinavie.

Quand on visite les mines de la Scandinavie, on est frappé de la solidité et de la ténacité que présentent les roches cristallines et les amas métallifères ; il y a peu de fissures ouvertes aux infiltrations atmosphériques, et malgré leur haute antiquité, les masses minérales de ce pays, qu'on peut justement appeler primitives, ont su résister à la décomposition et à la désagrégation que ten-

dent à y produire depuis des milliers de siècles les agents extérieurs. L'étranger qui descend dans les mines de fer de la Suède est étonné de voir les parois de ces immenses excavations se soutenir verticalement, et même en surplomb, en vertu de leur propre cohésion, sans être appuyées par aucun boisage; les parois des mines de fer des environs d'Arendal, en Norwège, m'ont paru avoir un peu plus de tendance à s'ébouler.

Phénomènes d'oxydation et d'altération mécanique.

Dans les gîtes de sulfures métalliques, les phénomènes d'oxydation et d'altération mécanique ne se sont guère produits qu'à la surface; aussi les *chapeaux de fer* et autres produits de transformation des sulfures, formés sous l'influence de l'oxygène et de l'eau, sont fort peu développés et ne s'étendent qu'à une très-petite profondeur. Ainsi les fahlbandes de Kongsberg ont pris à la surface une teinte d'un jaune-brunâtre provenant d'une oxydation superficielle; mais la partie supérieure des gîtes si riches qui traversent ces fahlbandes, n'offre point de grandes masses ocreuses, contenant des chlorures et bromures d'argent, telles que celles qu'on exploite au Huelgoat en Bretagne, et dans la plupart des mines de l'Amérique; le chlorure d'argent n'a été rencontré à Kongsberg que comme substance accidentelle.

Tendance des pyrites de Falun à se décomposer.

Les gîtes cuivreux ont, en général, beaucoup de tendance à éprouver une décomposition spontanée sous l'influence des agents extérieurs; mais en Scandinavie ils sont ordinairement peu altérés: le cuivre et le fer y sont restés à l'état de sulfures. Cependant en certains endroits, et principalement à Falun, les pyrites sont très-susceptibles de se décomposer lorsqu'elles sont soumises à l'action de l'air et de l'eau qui pénètrent à travers les cre-

vasses et les fissures qu'a fait naître une exploitation vicieuse : aussi les eaux des mines de Falun sont chargées de sulfate de fer et sont utilisées pour la fabrication de la couperose. En général, la solidité des masses minérales de la Scandinavie me paraît tenir à diverses causes : à l'état cristallin des particules, à leur cohésion et leur texture serrée, à la rareté des fissures et à la difficulté qu'éprouvent les infiltrations à pénétrer au sein de ces masses.

Importance générale des phénomènes dynamiques dans la production des gîtes métallifères.

Les phénomènes dynamiques ont joué dans la formation des gîtes métallifères un rôle moins important en Scandinavie qu'en d'autres contrées. Les forces souterraines qui ont fracturé l'écorce terrestre ont, en général, ouvert un passage aux émanations métallifères: la direction et l'intensité de ces forces ont concouru, avec la cohésion et l'élasticité des terrains où elles se sont développées, à imprimer aux cassures leurs caractères généraux de forme et d'allure; or, de ces caractères dépend en partie la manière dont s'est effectué le remplissage des fentes par les matières métalliques, car on sait que les minerais sont concentrés habituellement dans les parties les plus larges et dans les points d'intersection ou de réunion de plusieurs cassures.

Injection des masses d'oxydes de fer.

Dans le Nord de l'Europe, la part des actions mécaniques est beaucoup moins visible : ainsi la majeure partie des gîtes ne peut être assimilée à des fentes ou crevasses remplies après coup. Les masses de fer oxydulé et oligiste, qui constituent en général des amas lenticulaires et à peu près verticaux, intercalés dans des roches schisteuses, doivent être considérées, de même que les masses dioritiques ou porphyriques disposées d'une ma-

nière semblable, comme s'étant injectées non suivant des fentes préexistantes, mais suivant des plans de stratification ou de schistosité, parce que ces plans ont cédé le plus facilement à une pression agissant de haut en bas, et se sont disjoints au moment où a eu lieu le surgissement des masses éruptives. Plus tard, les parois de ces ouvertures se sont resoudées et sont devenues indistinctes par suite de l'imbibition du minerai dans la roche; aussi ne sont-elles reconnaissables que dans certains cas où elles ont formé de nouvelles surfaces de glissement, lisses et striées.

Origine des groupes de fissures.

Parmi les gîtes sulfurifères de la Scandinavie, il en est peu qui offrent des cassures régulières et prolongées sur une certaine étendue: dans quelques localités, ainsi à Sala et à Kongsberg, au lieu d'une fente continue, il s'est produit des fractures complexes, des groupes de fissures étroites et peu régulières, mais formant dans leur ensemble des systèmes rectilignes. Ce mode de fracturation, qui a donné lieu à des zones fissurées, paraît dépendre d'une ténacité particulière du terrain; il avait plus de tendance à se fissurer suivant certaines directions qu'à se fendre d'une manière continue et régulière.

Gîtes en fahlbandes et skölar.

Dans les gîtes en fahlbandes, les sulfures et sulfarséniures métalliques sont disséminés au milieu des roches au lieu d'être déposés dans des vides; le terrains métallifères ont souvent été fracturés, mais les cassures qui forment aujourd'hui les *skölar* de la Suède ou les *slettar* de la Norwège présentent des caractères particuliers d'ondulation et d'entrecroisement. Ces fentes irrégulières ont été principalement remplies par des matières silicatées et magnésiennes, par des masses feuilletées, chlo-

riteuses ou talqueuses, ou par de la serpentine; et en outre les sulfures se sont concentrés autour et souvent à l'intérieur des skölar.

Gîtes en fahlbandes sans fentes ni fissures. Il y a des gîtes en fahlbandes dans lesquels on n'aperçoit ni fentes, ni fissures, tels que plusieurs gîtes de cuivre d'Åreskuttan, du Dovre, de la contrée de Röraas, etc. : il est fort difficile de déterminer la manière dont le cuivre, le cobalt, le zinc, le plomb, etc., se sont déposés dans ces gîtes. Il semble que l'on éviterait cette difficulté en regardant les sulfures comme contemporains du terrain qui les renferme, comme s'étant formés à l'époque où la sédimentation s'opérait; mais cette hypothèse n'explique pas d'une manière complétement satisfaisante les circonstances diverses que présente la disposition de la matière métallique, car les couches ne sont pas imprégnées partout et uniformément de sulfures; à Tunaberg, par exemple, la masse cobaltifère principale ressemble à une colonne aplatie disposée obliquement par rapport à la stratification du calcaire.

Directions des dépôts métallifères. Il n'y a pas lieu de rattacher les dépôts métallifères de la Scandinavie à un système unique de fractures ou de dislocations : leurs directions sont variables et coïncident en général avec celles des roches schisteuses. En examinant les deux tableaux joints à ce mémoire on voit qu'elles tendent à se grouper autour des lignes N.-S. et N.-E.; or je montrerai dans un autre mémoire que ces directions diffèrent peu de celles de deux des principaux systèmes de soulèvement qui ont accidenté le sol de la Scandinavie et ont redressé les dépôts sédimentaires.

Analogie de composition minéralogique des gîtes Nous avons vu qu'il y a dans les terrains paléozoïques comme dans les roches primitives des

mines de fer, cuivre, plomb, argent, etc., et que ces métaux s'y trouvent aux mêmes états de combinaison : ainsi, dans les terrains siluriens de la Norwège, le fer se trouve à l'état d'oxydule et quelquefois à l'état de peroxyde, de même que dans les schistes cristallins non fossilifères ; on n'y connaît pas non plus de mines de fer hydroxydé, ni de fer carbonaté. De même le cuivre et le plomb sont à l'état de sulfure, et l'on y trouve aussi quelquefois du sulfarséniure de cobalt. Cette identité de composition minéralogique des gîtes contenus dans les deux formations gneissique et silurienne est fort remarquable, et pourrait faire supposer que le dépôt des substances métalliques s'est fait en même temps au sein des schistes primitifs et des roches palœozoïques.

contenus dans les terrains siluriens et dans les roches primitives.

Mais cette supposition paraît difficile à admettre quand on compare les caractères géologiques de ces différents gîtes : en effet, les dépôts métallifères des terrains de transition se trouvent habituellement dans une position spéciale, à la séparation des roches stratifiées palœozoïques et du granite zirconifère ; ce sont en un mot des gîtes de contact. Or les mines des terrains azoïques ne nous offrent point de caractères semblables : les amas de fer oxydulé paraissent être en relation avec des roches amphiboliques, et les gîtes sulfurifères sont fréquemment en connexion avec des skölar chlorito-talqueux. Dans les amas de contact de la Norwège méridionale, les sulfures de cuivre et de plomb forment des rognons, des veines ramifiées et des filets réticulés ; ils sont aussi parsemés dans les roches adjacentes. Toutefois ils ne constituent point de véritables fahlbandes et ne sont point disséminés suivant des zones allongées dans le sens de la

Les caractères géologiques de ces différents gîtes ne sont pas les mêmes.

schistosité, comme cela a lieu pour une grande partie des gîtes renfermés dans les terrains primitifs.

Différences sous le rapport de la richesse, de l'étendue et de la continuité des gîtes.

Quant à la richesse, à l'étendue et à la continuité des gîtes, il y a aussi des différences notables : il est aujourd'hui reconnu en Norwège que les gîtes sulfurifères de la période de transition ne forment pour ainsi dire que de gros rognons, de formes irrégulières, et ne sont pas susceptibles de donner lieu à des travaux séculaires; presque tous n'ont été exploités qu'à perte. Or on sait que les mines des terrains primitifs de la Scandinavie sont comptées parmi les plus anciennes de l'Europe, qu'elles sont en exploitation depuis plus de six siècles, qu'elles ont fourni des bénéfices considérables et ont été approfondies jusqu'à près de 400 mètres.

Les gîtes métallifères de la contrée d'Åreskuttan sont concentrés dans les terrains primitifs.

J'ajouterai une autre observation : les contreforts qui bordent le massif d'Åreskuttan du côté oriental sont formés de roches palœozoïques; les parties centrales et occidentales du massif, ainsi que les montagnes situées au Nord et au Sud sont, composées de gneiss et de micaschiste; or elles renferment un grand nombre de mines de cuivre et quelques-unes de plomb argentifère; mais on n'en connaît point dans les terrains palæozoïques de cette contrée qui se trouvent tout auprès et qui sont cependant très-développés; il est donc présumable que ceux-ci se sont formés à une époque où déjà les substances métalliques avaient pris place dans les terrains primitifs.

Les couches siluriennes sont postérieures aux dépôts métallifères des terrains primitifs.

Les observations précédentes sont confirmées par le fait que les terrains siluriens de la Vestrogothie, dans le Midi de la Suède, reposent en couches horizontales sur les roches granito-gneis-

siques; les dépôts métallifères contenus dans ces roches doivent donc dépendre de phénomènes plutoniques antérieurs à la période silurienne. Les gîtes de fer oxydulé en fournissent une preuve incontestable; ils sont traversés, comme nous l'avons vu, par des veines d'un granite à gros grains, qui est antérieur aux terrains siluriens, car il n'y pénètre point et n'en a aucunement dérangé la stratification.

Origine des gîtes métallifères contenus dans les roches siluriennes.

Après l'éruption du granite zirconifère (post-silurien), les parties de l'écorce terrestre qui étaient placées au-dessous des roches fossilifères, et qui étaient exposées à une température suffisamment élevée, à cause du voisinage de ce granite, ont laissé émaner des corps métalliques semblables à ceux qui précédemment s'étaient déposés dans les terrains plus anciens (1). Ces émanations, arrêtées par la grande épaisseur des roches cristallines et fossilifères qui formaient la croûte solide dans cette région, n'ont pu se faire jour que le long des surfaces de contact des roches stratifiées et granitiques; elles se sont fixées dans les portions voisines de la surface extérieure, probablement à cause de l'abaissement de température qu'elles y ont éprouvé.

Il est évident que près de la surface les conditions thermométriques et électriques des roches diffèrent beaucoup de ce qu'elles sont à une grande profon-

---

(1) Il s'est produit pendant la période palæozoïque non-seulement des dépôts métallifères, mais aussi des phénomènes d'éruption analogues à ceux qui s'étaient développés pendant les périodes précédentes; ainsi il y a eu des éruptions de granites, de syénites, d'eurites et de roches dioritiques.

deur, et par suite il n'est pas surprenant que ces dépôts métallifères et beaucoup d'autres en général s'appauvrissent quand on pénètre dans la profondeur.

Mines de fer contenues dans la formation d'Urthonschiefer.

Nous avons vu que les terrains cristallins azoïques se divisent en deux groupes distincts : celui de gneiss et celui d'Urthonschiefer ; on peut se demander si les gîtes métallifères contenus dans ces deux groupes sont contemporains ou d'âges différents. Il y a peu de mines de fer dans le groupe d'Urthonschiefer, cependant on connaît cinq ou six gîtes de fer oxydulé dans la province de Drontheim ; sous le point de vue du gisement et des gangues, ils offrent des caractères analogues à ceux des gîtes contenus dans la formation gneissique.

Ressemblance entre les mines de cuivre des terrains d'Urthonschiefer et de gneiss.

Les gîtes cuivreux les plus importants de la Norwège consistent, comme nous l'avons montré, en des couches de schiste chloriteux imprégnées de pyrite de cuivre ; les sulfures de fer et de cuivre offrent la même disposition que dans les gîtes du terrain de gneiss ; les principales gangues pierreuses et métalliques sont les mêmes : il est donc présumable que les gîtes contenus dans ces deux terrains se sont formés à la même époque.

Différences entre les dépôts d'oxydes de fer et ceux de sulfures métalliques.

Parmi les questions théoriques soulevées par l'examen des gîtes métallifères de la Scandinavie, l'une des plus délicates a trait aux relations d'âge et d'origine qui existent entre les minerais de fer et les sulfures métalliques : ces deux genres de substances se sont-ils formés en même temps et de la même manière ? On serait porté à le croire en voyant que, dans la plupart des mines de fer, on rencontre accidentellement des sulfures de fer, de cuivre, de plomb, etc., et que, réciproquement, dans beaucoup de gîtes de sulfures métal-

liques, le fer oxydulé se montre comme élément accessoire; cependant nous avons déjà signalé des différences entre ces deux sortes de gîtes. Ainsi nous avons vu qu'au lieu d'être disséminé au sein des roches schisteuses, comme la pyrite de cuivre, le fer oxydulé forme des masses qui se comportent généralement comme des roches pyrogènes, tantôt formées de fer oxydulé presque pur, tantôt composées d'un mélange de cet oxyde et de divers silicates, amphibole, grenats, etc. Il est vrai que le fer oligiste a beaucoup de tendance à s'associer à des schistes quartzeux; néanmoins, dans les gîtes qui offrent cette association, le fer oligiste est en général l'élément prédominant, tandis que dans la plupart des mines de cuivre, la roche métallifère ne renferme pas en moyenne plus de 3 p.o/o de pyrite cuivreuse, et il faut séparer beaucoup plus de la moitié de la masse pour en retirer un minerai contenant 2 à 3 p.o/o de cuivre. Nous avons vu aussi que les gîtes ferreux sont encaissés dans des roches de toute espèce, tandis qu'il y a des relations générales entre les sulfures métalliques et les roches qui les contiennent. Ajoutons enfin que les parois des masses ferreuses sont presque toujours très-inclinées ou même verticales, tandis que les fahlbandes sulfurifères sont quelquefois presque horizontales, dans la contrée de Rŏraas, par exemple.

Ces différences justifient la division que j'ai faite des gîtes scandinaves en deux classes; les skölar fournissent une donnée importante pour apprécier leur âge relatif. Nous avons signalé dans un grand nombre de mines de fer, au Bisperg, à Danemora, à Klackberg, Solberg, etc., la présence de veines de chlorite ou de serpentine qui coupent les amas de

Relations entre les skölar et les mines de fer.

fer oxydulé ; elles sont à parois lisses et présentent fréquemment des stries de glissement. Ainsi elles correspondent à des disjonctions qui se sont produites dans la masse après qu'elle avait commencé à se consolider, car elle n'a pu se fendre tant qu'elle est restée pâteuse.

Sur l'origine des skölar.

L'origine de ces veines semble mystérieuse : comme elles sont quelquefois très-minces et affectent une disposition ondulée et entre-croisée, plusieurs géologues considèrent la matière chloriteuse qui les remplit comme le résultat d'une sécrétion, c'est-à-dire comme s'étant séparée de la masse environnante. A l'appui de cette opinion vient le fait que dans plusieurs mines de fer, à Danemora, par exemple, le minerai est mélangé de feuillets de chlorite analogue à celle qui forme les skölar. Je ferai plusieurs objections à cette manière de voir ; s'il y a des skölar très-minces, il y en a aussi de très-épais, qui ont jusqu'à 30 et 40 mètres de puissance, comme ceux de Falun. J'ai rencontré ces veines de chlorite, talc et serpentine dans toutes les parties de la Scandinavie, dans des roches métallifères ou non et de compositions très-différentes : il y en a fréquemment dans des roches amphiboliques, plus rarement dans le granite ou les porphyres quartzifères ; on en trouve dans des roches schisteuses de toute espèce, dans le gneiss, dans le schiste micacé et chloriteux, dans des masses quartzeuses et des masses calcaires. En beaucoup d'endroits, à Falun, par exemple, on voit les mêmes skölar traverser, sans s'interrompre et sans changer de nature, la roche quartzeuse, le schiste micacé, le calcaire et même le trapp amphibolique, qui est plus récent que les autres roches. Il faut donc admettre que l'en-

semble de ces roches a été soumis à des actions dynamiques susceptibles d'y produire un système de fentes et de fissures à l'intérieur desquelles s'est introduit un silicate magnésifère à l'état pâteux, qui s'est comporté comme une matière savonneuse, et qui, en se refroidissant, a formé une masse chlorito-talqueuse largement feuilletée dans un sens parallèle aux parois des fentes. Comme cette masse présente une composition différente de celle des matières environnantes, il semble qu'elle a dû surgir du sein de la terre ; du reste, qu'elle soit un produit de sécrétion ou d'injection, il n'en est pas moins certain qu'elle a rempli des fentes produites dans des roches différentes par leur nature et par leur âge.

Les mines de cuivre, de cobalt et de plomb argentifère sont en général postérieures aux mines de fer.

Nous avons vu que ces veines coupent nettement les gîtes ferreux ; mais dans les gîtes sulfurifères, tels que Falun, une partie de la pyrite de cuivre se trouve concentrée autour des sköhlar ou même à l'intérieur, et forme cette espèce de minerai qu'on nomme à Falun *segmalm*, et qui est à gangue de chlorite, de talc, etc. Il est donc évident que le minerai de cuivre a pris sa place, soit au moment où les skölar se formaient, soit après qu'ils venaient de se former. On arrive ainsi à conclure que les gîtes cuivreux, plombeux et cobaltifères qui sont liés ensemble et qui paraissent avoir pris naissance à la même époque, sont postérieurs aux gîtes ferreux ; néanmoins ceux-ci pouvaient conserver encore une partie de leur chaleur première, et quelques-uns d'entre eux n'avaient peut-être pas acquis un état de solidification complet à l'époque où se sont déposés les sulfures métalliques. D'ailleurs, ici comme en d'autres contrées, les anciens foyers d'éruption des masses

ferreuses ont dû souvent donner naissance à des émanations de sulfures de cuivre ou de plomb qui se seront fixées sur les mêmes lieux que le fer oxydulé; et dans beaucoup de cas on peut concevoir ainsi la réunion de ces deux ordres de composés, sans être forcé de supposer qu'ils ont émané au même moment du laboratoire souterrain.

Les veines de Kongsberg, d'Eidsvold, de Kaafiord, etc., sont postérieures aux gîtes en fahlbandes.

Les mines d'argent natif de Kongsberg qui sont transversales aux fahlbandes sulfurifères et qui se distinguent des gîtes ordinaires de la Scandinavie par le caractère de fentes remplies, par la présence d'une assez grande quantité de baryte sulfatée et de chaux fluatée, sont plus modernes que les autres gîtes des terrains azoïques; il en est de même des veines aurifères d'Eidsvold, des filons cuprifères de Kaafiord et Raipas, ainsi que des autres gîtes de ce genre.

Deux périodes métallifères en Scandinavie.

Les faits que nous avons exposés montrent qu'il y a eu en Scandinavie deux grandes périodes métallifères: la première comprend les gîtes d'oxydes de fer, de sulfures, sulfarséniures et de métaux natifs renfermés dans les terrains non fossilifères, elle est antérieure à l'époque silurienne; la seconde période a succédé au dépôt des terrains palæozoïques, et a probablement commencé peu de temps après l'éruption des granites amphiboliques et zirconifères qui ont soulevé les couches siluriennes et dévoniennes du Midi de la Norwège.

Les gîtes de la première période sont les plus anciens de ceux qui ont été observés jusqu'à présent à la surface du globe; on ne peut affirmer que leur formation ait précédé la création des êtres organisés, mais du moins elle est antérieure aux dépôts sédimentaires qui nous offrent les formes végétales et animales de la plus haute antiquité.

Dès la première période géologique, apparition de la presque totalité des corps simples à la surface du globe.

Il est remarquable que dès cette époque primitive, la presque totalité des corps simples ait apparu à la surface du globe, et que ces corps s'y trouvent, pour ainsi dire, réunis sur un même point. Il en est seulement dix ou douze qui n'ont point encore été observés dans les gîtes scandinaves; ce sont: le brome, l'iode, le strontium, l'osmium, le palladium, le platine, le rhodium, et trois métaux récemment découverts, le ruthénium, le niobium et le pélopium. En général, ces corps simples ne jouent pas un rôle important dans l'écorce terrestre, et quelques-uns n'ont encore été observés que dans une seule localité.

Opinion relative à l'existence d'une période métallifère dans le refroidissement du globe terrestre.

Les gîtes de la Scandinavie nous offrent le premier terme de cette série de dépôts métallifères qui se sont formés dans la croûte terrestre, pendant les périodes successives de l'histoire de notre globe. Ici je crois devoir réfuter une opinion émise par un habile géologue dans un ouvrage qui renferme beaucoup d'observations intéressantes, *la Géologie appliquée*. M. Burat divise (page 211) les roches ignées en trois périodes, « *la première » comprenant la série des roches granitoïdes, » telles que granites, syénites, protogynes; la » seconde comprenant la série des roches por- » phyriques, les serpentines et euphotides, les » trapps et les mélaphyres; la troisième enfin » comprenant les roches volcaniques, c'est-à- » dire les trachytes, les basaltes et les laves mo- » dernes.* » Suivant M. Burat, « *les roches de la » période intermédiaire sont réellement les seules » métallifères.* » Le même auteur ajoute un peu plus loin, pour résumer sa pensée, « *qu'il y a eu » dans le refroidissement graduel du globe ter- » restre une période que nous pouvons appeler*

» *période métallifère, et qui correspond à celle*
» *des roches porphyriques.* »

Les porphyres ne forment point des roches à part et d'une composition spéciale.

Je ne puis admettre cette manière de voir : dans un précédent mémoire (1), j'ai déjà montré que les porphyres ne forment point des roches à part, ayant une composition spéciale, mais que le mode de structure qui les caractérise tient à des circonstances particulières de cristallisation et que toutes les roches pyrogènes peuvent offrir la structure porphyrique ; ainsi n'y a-t-il pas des porphyres granitiques, amphiboliques, pyroxéniques, hypersthéniques, diallagiques, trachytiques, etc.? Il n'y a donc pas eu de période spécialement porphyrique, puisque l'on trouve des porphyres de tous les âges, puisque chaque roche a sa variété porphyrique ; il est bien peu d'éruptions où la cristallisation des roches pyrogènes n'ait été imparfaite en certains points et n'ait produit ainsi des porphyres. D'ailleurs les roches pyrogènes, que l'on considère généralement comme métallifères, telles que les roches amphiboliques, serpentineuses, diallagiques, etc., se sont produites depuis les périodes les plus anciennes jusqu'à des époques géologiquement modernes ; ainsi nous trouvons toutes ces roches dans les terrains vraiment primitifs de la Scandinavie, et dans les Pyrénées, nous retrouvons des roches amphiboliques et des serpentines analogues à celles du Nord de l'Europe, mais formées à une époque infiniment plus rapprochée de nous, pendant la période tertiaire.

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. XX, p. 1275 (28 avril 1845).

Il s'est formé des dépôts métallifères dans la plupart des terrains et pendant presque toutes les périodes géologiques.

Je ne vois aucune raison de prétendre qu'il y a eu dans le refroidissement graduel du globe terrestre une période spécialement métallifère ; car depuis la période des terrains primitifs, à laquelle se rattachent les gîtes scandinaves, on peut observer des dépôts de substances métalliques enclavés dans presque tous les terrains et appartenant à toutes les périodes géologiques jusqu'à l'époque tertiaire ; seulement on peut remarquer qu'en général les dépôts métallifères deviennent de moins en moins abondants à mesure qu'on passe des terrains les plus anciens aux plus modernes. Cela ne prouve pas que les causes génératrices des minerais n'existent plus et se sont éteintes graduellement, car nous voyons encore aujourd'hui se produire des émanations ferreuses, cuprifères et plombifères dans les phénomènes volcaniques ; mais le fait peut s'expliquer par cette considération que les gîtes métallifères sont presque constamment en rapport avec des phénomènes d'éruption ou de dislocation, et que les terrains qui composent l'épiderme du globe terrestre ont eu moins de chances de subir l'action de ces phénomènes, lorsqu'ils sont plus récents, d'autant plus que les formations modernes sont en général séparées par une plus grande épaisseur de roche solide du foyer d'où peuvent émaner les sublimations ou les courants métallifères.

L'apparition des divers métaux à la surface du globe a-t-elle eu lieu dans un ordre chronologique déterminé.

Les mines de la Scandinavie nous fournissent la démonstration d'un autre fait non moins important, c'est que l'on ne peut pas regarder l'apparition des divers métaux à la surface du globe comme ayant eu lieu dans un ordre chronologique déterminé et pendant des périodes géologiques séparées ; car nous voyons que dès la période la

plus ancienne, presque tous les métaux, le fer, manganèse, étain, cobalt, nickel, cuivre, plomb, argent, etc., se sont déposés dans les schistes primitifs de la Scandinavie, et plus tard, à diverses reprises, les mêmes composés métalliques, isolés ou réunis par groupes, ont pris place dans des formations plus récentes. Cependant, de plusieurs observations faites en diverses contrées, il paraîtrait résulter que les minerais métalliques déposés dans un pays pendant une même période, ou pendant une série d'éruptions successives, ont affecté une certaine tendance à se produire dans un ordre déterminé : ainsi en Suède, en Norwège et en Finlande, les amas de fer oxydulé et oligiste se sont formés un peu avant les dépôts de sulfures de cuivre, de plomb et de cobalt. En Saxe et en Angleterre, les minerais d'étain sont un peu plus anciens que les minerais de cuivre; il paraît en être ainsi des minerais d'étain que j'ai observés en Finlande, près du lac Ladoga ; les minerais de plomb d'Angleterre sont plus modernes que ceux d'étain et de cuivre. Toutefois, il est peu probable qu'il y ait à cet égard des règles absolues; le géologue et le mineur doivent se borner à constater ces relations comme des faits locaux dont la valeur et l'importance s'accroîtront de plus en plus, à mesure que leur répétition aura été observée dans un plus grand nombre de contrées.

Sur l'origine des gîtes sulfurifères.

Nous avons vu que les minerais de fer de la Scandinavie paraissent avoir été primitivement des magmas dans un état de fusion pâteuse, et s'être injectés à travers les roches schisteuses dans les points où celles-ci opposaient le moins de résistance. L'origine des gîtes sulfurifères paraît être plus complexe; il en est quelques-uns auxquels

semblerait pouvoir s'appliquer le même mode de formation : ce sont ceux où il y a de la pyrite de fer massive, imprégnée de pyrite cuivreuse; mais dans la plupart des gîtes, le cuivre pyriteux, le cobalt gris, la blende et la galène se trouvent disséminés en petite quantité au milieu de roches schisteuses, et il est alors difficile de se représenter ces substances comme s'étant injectées violemment à l'état d'un magma pâteux.

Les sulfures métalliques sont-ils contemporains des roches schisteuses.

J'ai déjà fait voir qu'il est peu probable que les sulfures métalliques se soient déposés dans les roches schisteuses au moment même de leur formation : souvent on a dans le même gîte plusieurs roches de natures et d'origines différentes, qui contiennent du minerai en quantité plus ou moins grande. Ainsi, à Falun, on a la roche de quartz, le schiste micacé, le calcaire, le trapp amphibolique et les skölars, c'est-à-dire cinq roches différentes qui n'ont pu être formées en même temps et qui néanmoins sont imprégnées de pyrites de cuivre et de fer. Il faut donc admettre que si le minerai de cuivre s'est déposé dans l'une des roches au moment de sa formation, il a eu la faculté de se déplacer plus tard et de se transmettre aux roches adjacentes jusqu'à des distances considérables. Mais alors il semble aussi naturel de supposer que la matière métallique résulte d'émanations qui ont eu lieu à l'époque où les skölar se sont formés; les fentes que ceux-ci ont remplies peuvent avoir servi de voies de transport aux émanations cuprifères, et l'on concevrait ainsi pourquoi le minerai se serait déposé de préférence à l'intérieur de ces fentes et à l'entour, indépendamment de l'effet de concentration qu'aurait pu produire la matière chloriteuse.

Des courants métallifères ont pénétré au sein des roches.

Il paraît que des courants métallifères liquides ou gazeux ont pu pénétrer au milieu de roches stratifiées et y produire une espèce d'imbibition, car souvent ces roches se montrent imprégnées de sulfures sur de grandes étendues. Une pareille pénétration est moins extraordinaire qu'elle ne le paraît au premier abord, car on sait que les corps métalliques se laissent traverser par les liquides et les gaz lorsque ceux-ci sont soumis à une pression d'un certain nombre d'atmosphères. Je rappellerai ici un fait observé en Suède, c'est que des canons de fonte de fer, récemment fabriqués et de bonne qualité, se laissent traverser par l'eau sous la simple pression d'une colonne d'eau de 2 à 3 mètres; mais quand ils ont été exposés depuis longtemps à l'humidité, ils sont devenus beaucoup plus difficilement perméables, probablement à cause de la formation d'un peu d'oxyde de fer qui bouche les pores de la fonte. Ainsi rien n'empêche d'admettre que les roches cristallines se soient comportées comme les corps métalliques dans l'expérience ci-dessus, et aient livré passage à des courants gazeux ou liquides qui pouvaient être soumis à une forte pression.

Analogie avec certains phénomènes de métamorphisme.

Le dépôt des substances métalliques à l'intérieur des roches présente des rapports d'analogie avec certains phénomènes de métamorphisme: ainsi l'on sait (1) que des dépôts sédimentaires ont pu être silicifiés sur de grandes étendues jusqu'à des distances de 1.000 à 2.000 mètres des roches pyrogènes. Il n'y a pas plus de difficulté à concevoir qu'ils aient été métallisés, c'est-à-dire péné-

(1) Études sur le métamorphisme des roches (Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. III, p. 599.

très par des émanations cuprifères ou plombifères. Le transport des particules métalliques a pu avoir lieu non-seulement à l'aide d'une tension ou d'une forte pression, mais aussi par des effets de cémentation : toutefois je ne discuterai point la question de savoir si les émanations étaient liquides ou gazeuses, car on manque de données précises pour la résoudre.

Cristallisation des silicates associés aux gîtes sulfurifères.

La production des gîtes sulfurifères de la Scandinavie a été accompagnée ou précédée de phénomènes de cristallisation qui paraissent se rattacher à des actions métamorphiques. Lorsque les roches se sont imprégnées de pyrites, de galène et de blende, ou peu de temps auparavant, il s'est formé dans ces roches des minéraux analogues à ceux qui ont pris naissance par voie de transmutation dans les terrains modifiés, savoir : amphibole hornblende, actinote et trémolite, pyroxène, grenats, etc. C'est au moment où ces minéraux prenaient ou venaient de prendre leur forme cristalline que les sulfures sont venus s'y associer, se mélanger avec eux, et se disséminer à l'intérieur des roches.

Remarques sur la connexion qui existe entre les gîtes de fer oxydulé et ceux de sulfures métalliques.

La liaison qui existe entre les gîtes de fer oxydulé de la Scandinavie et ceux de sulfures métalliques, la présence de ces deux ordres de composés sur les mêmes lieux n'ont rien d'extraordinaire, car les masses ferreuses ont eu très-probablement une origine éruptive et ont dû agir à la manière des roches pyrogènes ; on sait que c'est la jonction de ces roches et des terrains schisteux qui offre en général les conditions les plus favorables au dépôt des sulfures métalliques. Or c'est effectivement la position de plusieurs gîtes sulfurifères de la Scandinavie qui avoisinent les grands amas de minerai magnétique, comme on le voit au Bisp-

berg en Dalécarlie, et à Svappavara en Laponie, où des couches cuprifères bordent des deux côtés une masse ferreuse puissante de 60 à 80 mètres, et lui servent pour ainsi dire de salbandes. Souvent les sulfures forment des bandes allongées parallèment à des masses ferreuses très-voisines; il en est ainsi dans les paroisses de Skinskatteberg et Nyakopparberg, en Westmanie, dans celles de Grangjärde et Norrberkes, en Dalécarlie, etc. Quelquefois aussi les sulfures sont en connexion avec les roches amphiboliques, de même qu'avec les amas ferreux.

On conçoit d'ailleurs que le fer oxydulé ait pu produire sur les sulfures cuivreux ou plombeux un effet de concentration analogue à celui que paraissent avoir déterminé la chlorite ou le talc des skölar. Toutefois, sans prétendre que les pyrites et autres sulfures que l'on rencontre souvent au milieu du fer oxydulé lui soient postérieures, je pense que les amas de minerai de fer et les principaux gîtes sulfurifères de la Scandinavie ne sont pas rigoureusement contemporains, et n'ont pas eu tout à fait la même origine; les premiers offrent d'une manière plus évidente les caractères de gîtes éruptifs, et se lient aux roches amphiboliques. Les gîtes sulfurifères paraissent être le produit de phénomènes plus complexes, dans lesquels se sont développés, sur une plus grande échelle, des mouvements moléculaires et des actions électro-chimiques.

Remarques sur l'extension des gîtes en profondeur.

Les amas de fer oxydulé sont-ils continus en profondeur.

Des discussions récentes ont eu lieu concernant

la continuité des gîtes métallifères dans le sens de la profondeur : il n'est pas inutile d'examiner sous ce point de vue les dépôts de minerai de la Scandinavie. Nous avons montré que beaucoup d'amas de fer oxydulé se comportent à la manière des roches éruptives; s'il en est ainsi, il semble que les exploitants ne doivent pas craindre de voir ces amas se terminer à une certaine profondeur : effectivement les mines les plus profondes, celles d'Utö, Danemora, Bispberg, etc., n'offrent aucun indice qui annonce la terminaison de ces gîtes puissants. A la vérité, parmi les mines de fer aujourd'hui délaissées, s'il en est un grand nombre qui l'ont été par insuffisance des moyens d'extraction ou d'épuisement, il en est aussi quelques-unes dont l'abandon paraît tenir à un appauvrissement ou même à une disparition du minerai. Rappelons d'abord que dans la plupart des gîtes, le fer oxydulé ne se trouve pas seul, mais qu'il est accompagné d'une plus ou moins grande quantité de silicates; et ce mélange constitue une roche composée, à caractères variables, dans laquelle la proportion des divers éléments peut éprouver des changements considérables : par suite, le fer oxydulé peut devenir moins abondant en certaines parties, et on peut même être porté à croire qu'il disparaît complétement. Mais on cite fort peu d'exemples où toute la masse du gîte, minerai et gangues, se soit terminée en coin à une certaine profondeur (1); et, dans ces cas rares, on peut envisager les amas cunéiformes d'oxydes de fer comme des branches ou de gros

(1) J'ai observé sur le littoral, à 12 ou 13 kilomètres au N.-E. d'Arendal, un exemple de ces gîtes qui semblent se terminer en coin dans le sens de la profondeur.

rognons séparés par des étranglements de masses situées plus bas.

Les granites et les roches plutoniques en général offrent quelquefois des apparences de ce genre, et l'on observe une disposition noduleuse, même dans les dépôts de houille et d'anthracite, où beaucoup de crains résultent d'une pression latérale qui a refoulé la matière charbonneuse pendant qu'elle était encore molle. Les masses éruptives de fer oxydulé, de granite, de diorite, etc., ont pu éprouver de semblables refoulements quand elles étaient à l'état pâteux et prendre la forme de rognons ou d'énormes nodules.

Les mines de fer de la Scandinavie ont l'apparence de cheminées rectangulaires ou cylindroïdes.

Quelques cas exceptionnels ne doivent pas empêcher de regarder les gîtes de minerai de fer de la Scandinavie comme étant normalement continus dans le sens de la profondeur : en général les travaux ouverts sur ces gîtes s'approfondissent verticalement, sans s'élargir ni s'aminoir d'une manière notable, mais en présentant l'apparence de cheminées cylindroïdes à base elliptique. On ne cite pas beaucoup d'exemples d'appauvrissement du minerai dans la profondeur, et les amas sont habituellement exploitables dans presque toute leur étendue.

9° Les limites des gîtes en fahlbandes sont vagues et indéterminées.

Sous le rapport de la continuité comme sous les autres rapports, *les gîtes en fahlbandes* diffèrent beaucoup des amas de fer oxydulé ; dans le Nord de l'Europe les sulfures métalliques ne constituent point habituellement de masses bien caractérisées, dont la forme et la disposition soient nettement définies ; ils sont disséminés au sein des roches, concentrés dans certaines parties, ailleurs très-clairsemés. Les limites de ces gîtes sont vagues et presque indéterminées ; souvent le minerai s'appauvrit en profondeur comme en direction, et par

suite il cesse d'être exploitable avec profit, sans que l'on puisse dire cependant qu'il disparaît tout à fait : nous avons vu toutefois que le principal amas cuprifère de Falun se termine à 340 mètres au-dessous de la surface, que le gîte plombo-argentifère de Sala a offert son maximum de richesse entre 150 et 200 mètres, et qu'il devient plus pauvre au-dessous de ce niveau. Du reste cette classe de gîtes ne peut être assujettie, dans l'état actuel de la science, à des règles précises : on doit se borner à signaler, comme je l'ai fait, les caractères généraux de connexion des sulfures avec certaines espèces de roches et leur concentration dans le voisinage des skölar.

Appauvrissement en profondeur des gîtes contenus dans les terrains de transition.

On a fait de nombreux travaux d'exploration sur les veines métallifères contenues dans les terrains de transition de la Suède et sur les gîtes irréguliers de sulfures métalliques situés dans le midi de la Norwège, au contact des granites zirconifères et des terrains siluriens : on a reconnu presque partout que ces gîtes s'appauvrissent rapidement et semblent même disparaître en profondeur.

Les filons de Kaafiord paraissent s'appauvrir en profondeur.

Les gîtes cuprifères des environs de Kaafiord, dans le Finmarck, qui constituent, comme nous l'avons vu, des filons bien caractérisés, n'ont pas encore été exploités à de grandes profondeurs : quoique les travaux aient été poussés seulement jusqu'à 100 mètres au-dessous des affleurements, on a cru remarquer que plusieurs de ces filons deviennent plus pauvres en s'approfondissant.

Continuité en profondeur des veines argentifères de Kongsberg.

Les groupes de veines qui constituent les gîtes argentifères de Kongsberg, bien qu'ayant une très-petite épaisseur et peu d'étendue en direction ont offert jusqu'à ce jour une continuité assez remarquable dans le sens de la profondeur. Dans les

parties les plus basses des travaux, au niveau de 380 mètres, l'argent ne paraît pas avoir été déposé en moindre abondance que près de la surface, car le superbe massif que l'on exploite actuellement à ce niveau dans la mine du Roi ne paraît pas être moins riche que ceux qui ont été rencontrés plus près du jour : ainsi sous ce rapport les veines de Kongsberg sont comparables aux filons d'Andreasberg et de Freiberg, quoiqu'elles en diffèrent par leur forme et leur structure. Toutefois il faut se garder de croire que l'on ait à Kongsberg des bandes argentifères régulièrement continues depuis la surface jusqu'au bas des travaux actuels et contenant partout assez d'argent pour être l'objet d'une exploitation lucrative : il y a ici, comme dans la grande majorité des gîtes, une succession de parties riches et de parties pauvres. Les pertes éprouvées pendant certaines périodes de l'exploitation ne proviennent pas uniquement de l'inhabileté des anciens ingénieurs; même actuellement M. Böbert, qui dirige ces mines avec beaucoup de talent, pense que si l'on se hâtait d'extraire le précieux massif du niveau de 380 mètres à la mine du Roi, on s'exposerait à retomber dans une période d'exploitation à perte. D'ailleurs si dans une des mines actuelles on voulait effectuer un percement pour recouper les veines argentifères dans une région encore inexplorée, on aurait beaucoup moins de chances de rencontrer un massif riche qu'une partie pauvre, je veux dire trop peu productive pour fournir des bénéfices considérables.

La plupart des mines offrent de très-grandes variations de richesse.

Des variations de richesse analogues ont lieu d'une manière plus ou moins prononcée dans la plupart des mines, même dans beaucoup de celles qui sont regardées comme les plus lucratives; si

l'on faisait abstraction de certains massifs qui sont la véritable source des bénéfices, et que l'exploitation fût limitée aux autres régions, elle serait souvent onéreuse ou improductive. Il n'en est pas ainsi dans les mines importantes, parce que les travaux, ayant beaucoup d'étendue tant en direction qu'en profondeur, il y a des ateliers dans les parties riches en même temps que des travaux de recherche et d'exploitation se font dans des parties plus pauvres. Aussi on a généralement reconnu la nécessité de pousser les travaux préparatoires ou de reconnaissance avec non moins d'activité que l'exploitation proprement dite. Ce qui rend si difficile l'évaluation des chances de perte ou de prospérité d'une mine métallique, c'est qu'il faut apprécier si, indépendamment des frais de premier établissement et des frais généraux, les produits que peuvent fournir les massifs riches compenseront amplement les dépenses occasionnées par la nécessité de traverser les régions pauvres ou stériles.

Les principes relatifs à la continuité des gîtes en profondeur n'ont pas une valeur absolue.

Comme l'a fort bien démontré M. Pernollet (1), les principes relatifs à la continuité des filons en profondeur et en direction, n'ont pas, au point de vue pratique, une valeur absolue; dans l'application, ils souffrent de nombreuses exceptions. Par suite, quand on opère sur un gîte nouveau et reconnu sur une très-petite étendue, il serait imprudent de faire de grands travaux ayant pour but de le rejoindre à des distances un peu grandes des régions explorées, avant d'avoir pu en apprécier l'allure, les caractères généraux de continuité et de régulaité. L'exécution de travaux de ce genre offre plusou moins de chances de succès en raison

(1) Annales des mines, 4e série, t. XII, p. 307.

de la multiplicité et de l'importance des observations déjà recueillies sur les lieux. Les questions relatives à la marche à suivre ne paraissent pas être susceptibles d'une solution générale et constante; il faut tenir compte de données propres à chaque localité, et variant d'un pays de mines à un autre.

De la richesse des minerais de la Scandinavie.

Abondance et richesse des minerais de fer de la Scandinavie.

Les minerais de fer oxydulé et oligiste de la Scandinavie sont supérieurs aux minerais des autres contrées, non-seulement à cause de leur bonne qualité et parce qu'ils fournissent des fers propres à se transformer en acier, mais encore à cause de leur abondance et de leur richesse : ainsi des mines d'Utö on tire annuellement plus de 100.000 quintaux métriques de minerai, et le gîte principal de Danemora avec ses annexes en fournit près de 200.000 quintaux. La teneur des minerais de fer varie habituellement de 42 à 50 p. o/o. Sur une moyenne de dix années (de 1838 à 1843), le rendement en grand des minerais de la Suède a été de 46 de fonte p. o/o de minerai; ainsi 2.609.344 quintaux métriques (1) ont rendu 1.201.812 quintaux de fonte. La richesse de certains minerais, tels que ceux du Bispberg, d'Ierna, etc., dépasse 60 p. o/o ; et il en est quelques-uns, ceux par exemple du Taberg, en Smålande, de Hassel, en Norwège, etc., dont la teneur s'abaisse à 30 p. o/o ou même au-dessous.

Pauvreté des minerais de cuivre.

Les minerais de cuivre du Nord de l'Europe, comparés à ceux des autres contrées, sont généralement pauvres ; et dans des pays où le combusti-

(1) On peut faire abstraction de quelques milliers de quintaux métriques de minerai d'Utö, qui chaque année sont exportés en Finlande.

ble, la force motrice et la main-d'œuvre seraient à un prix plus élevé qu'en Scandinavie, beaucoup de ces minerais ne pourraient être exploités avantageusement. La teneur moyenne de ces matières, telles qu'on les fond dans les usines à cuivre, dépasse rarement 3 à 4 p. o/o, et l'on en traite à Åreskuttan, dans le Jemtland, et à Foldal, en Norwège, qui renferment à peine 2 p. o/o de cuivre après triage. Le bas prix du combustible et de la main-d'œuvre, l'emploi d'un procédé métallurgique simple, bien approprié aux localités, n'exigeant qu'une mise de fonds très-modique, permettent de fondre ces minerais sans leur faire subir de bocardage ni de lavage ; d'ailleurs toute préparation mécanique, autre qu'un triage à la main, est impossible pour une partie de ces minerais, pour ceux dont la gangue principale est du sulfure de fer.

Bonne qualité des cuivres fabriqués en Scandinavie.

Les cuivres fabriqués en Scandinavie sont très-estimés dans le commerce ; leur bonne qualité provient principalement de la simplicité de composition des minerais qui ne contiennent pas en général d'arsenic ni d'antimoine, etc. Néanmoins les cuivres de Falun sont inférieurs en qualité à ceux de la Norwège, parce que dans les minerais de Falun les pyrites de cuivre et de fer sont accompagnées d'autres sulfures, principalement de plomb et de zinc que l'on ne trouve pas en quantité notable dans les mines de cuivre de la Norwège.

Pauvreté des minerais de cobalt.

Les minerais de cobalt sont encore plus pauvres que ceux de cuivre ; ainsi les roches cobaltifères que l'on exploite en Scandinavie ne contiennent pas habituellement plus de 1/2 p. o/o de cobalt, ou de 1 1/2 p. o/o de cobalt gris ; mais après avoir été triés à la main, les minerais sont bocardés et lavés sur des tables à secousse. Comme le cobalt gris a une densité bien supérieure à celle des au-

tres gangues, même des pyritesde fer et de cuivre, on peut amener par lavage le cobalt gris à un degré de pureté suffisant.

Teneur des minerais de plomb argentifère.

Les mines de plomb argentifère de la Suède (on n'en exploite pas en Norwège) ne fournissent pas de la galène brute aussi pure que celle extraite en Allemagne, en France et autres parties de l'Europe, vu que le minerai est généralement parsemé dans des roches au lieu de former des veines rubanées et continues. On en élève un peu la teneur par bocardage et lavage; néanmoins l'association de sulfures étrangers et improductifs, tels que la blende, et l'état de dissémination de la galène rendent inexploitables beaucoup de gîtes de la Suède, lorsque le sulfure de plomb renferme peu d'argent. Les mines en activité ne produisent de bénéfices qu'à cause de la richesse en argent des galènes et des autres sulfures qui les accompagnent; si, en effet, on calcule la teneur des plombs d'œuvre obtenus dans les différentes usines, d'après les quantités de plomb et argent produites en 1843, on trouve :

	Plomb.	Argent.	Rapport entre les quantités d'argent et de plomb.
A Sala.	43.000k.	749k.	0,01720
Hellefors	1.300	23	0,01760
Falun	15.700	81	0,00510
Löfås.	9.600	26	0,00270
Guldmedshyttan.	6.000	13	0,00220
Totaux. . .	75.600	792	Teneur moyenne. 0,01010

Il faut observer que la teneur des plombs de Sala et d'Hellefors n'est aussi élevée qu'à cause du mélange de sulfures plombeux et antimonifères plus riches en argent que la galène cubique; néanmoins celle-ci renferme quelquefois jusqu'à 1 p. o/o d'argent; et les galènes exploitées dans les autres

mines, à Falun, Löfås et Guldmedshyttan, sont plutôt riches que pauvres en argent. D'ailleurs, comme je l'ai fait voir en décrivant les mines de Sala, la teneur en argent des galènes varie considérablement d'un échantillon à l'autre, et à Falun cette teneur paraît augmenter graduellement à mesure que les échantillons proviennent de parties plus profondes.

Teneur des minerais d'argent de Kongsberg.

Les minerais de Kongsberg, qui consistent en argent natif et sulfuré avec gangues diverses, ont une teneur excessivement variable et qui s'abaisse de 90 p. 0/0 à une fraction de millième : parmi les matières bocardées et lavées, qui proviennent des ateliers de préparation mécanique, les plus pauvres que l'on traite à l'usine sont des schlamms tenant 3/4 de loth par quintal ou 0,00046 d'argent.

Les mines d'or que l'on connaît en Suède et en Norwège sont trop pauvres pour être exploitées avec bénéfice, quoique l'on y ait trouvé d'assez gros noyaux d'or natif.

Statistique minéralogique de la Suède.

J'ai indiqué dans le tableau p. 436 et 437, les quantités de divers métaux et de substances minérales fabriquées en Suède pendant les six années écoulées de 1838 à 1843, d'après les documents publiés par l'administration des mines de ce pays. J'ai calculé aussi la production moyenne pendant cette période ; et afin de rendre les comparaisons plus faciles, j'ai transformé dans ce dernier calcul les mesures suédoises en mesures françaises.

Unités de mesure employées en Suède.

Il faut faire attention que les unités de mesure employées en Suède ne sont pas les mêmes pour les différentes matières : ainsi le skeppund tackjernsvigt (sk. T. V.), unité à laquelle sont rapportés dans ce tableau les poids des minerais de fer, de la fonte brute et de la fonte moulée, équivaut à 194 kilogrammes ou presque 2 quin-

Production des matières minérales en Suède pendant

Années.	Minerai de fer.	Fonte.	Fonte moulée en 1re fusion.	Fer en barres.	Cuivre.	Laiton.	Minerai de cobalt.	Plomb.	Litharge de Sala.
	Sk. T.V.	Sk. T.V.	Sk. T.V.	Sk. B.V.	Sk. St.V.	Sk. St.V.	Sk. St.V.	Sk. St.V.	Sk. St.V.
1838	1.267.880	560.220	20.243	529.739	6.176	646	14.971	232	22
1839	1.318.626	591.965	21.090	603.923	5.823	538	15.962	288	15
1840	1.334.247	638.668	21.657	616.598	5.794	671	14.628	268	36
1841	1.356.889	620.903	21.390	614.811	6.142	678	13.857	540	29
1842	1.460.773	626.657	18.416	604.445	6.743	681	12.083	308	35
1843	1.312.020	678.536	23.603	603.830	6.969	575	10.788	524	40
Total des 6 années.	8.050.435	3.716.949	126.399	3.573.346	37.647	3.789	82.289	2.155	187
Moyenne.	1.341.739	619.491	21.066	595.557	6.274	631	13.715	359	31
Moy. en mesures franç.	q. m. 2.609.844	q. m. 1.201.812	q. m. 40.868	q. m. 893.335	q. m. 8.532	q. m. 858	k. 4.663	q. m. 488	q. m. 48

Production des matières minérales en Norwège

Années.	Fonte brute.	Fonte moulée en 1re fusion.	Fer en barres.	Cuivre.
	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.
1843	58.342	14.328	40.650	5.806
1844	66.850	15.840	46.680	6.915

les six années 1828, 39, 40, 41, 42 et 43.

Argent.	Or.		Houille.	Graphite.	Soufre.	Vitriol.	Alun.	Docre rouge.	Magnésie.	Porphyre.	Marbre.
marcs.	marcs.	lots.	tonn.	Sk. St.V.	Sk. St.V.	Sk. St.V.	tonn.	tonn.	Sk St.V.	RB°	RB°
3.958	3	18	158.639	2.800	216	1.174	7.419	9.138	2 321	10.000	11.110
4.165	2	12	170.045	2.338	499	1.221	8.634	10.292	971	»	6.843
4.342	3	6	162.361	191	518	1.584	8.538	7.655	»	3.180	4.019
4.029	2	4	164.457	520	390	1.713	8.329	9.803	1.700	2.298	3.284
4.112	2	4	166.754	365	507	1.950	9.710	8.778	350	3.000	8.606
4.252	2	0	173.210	344	430	1.945	9.983	7.470	1.800	3.500	6.474
24.858	17	»	995.466	6.558	2.560	9.587	52.613	53.235	7.142	21.978	40.336
4.143	3	»	165.911	1.093	426	1.597	8.769	8.872	1.190	3.663	6.722
k.	k.		hect.	q. m.	q. m.	q. m.		hect.	q. m.	fr.	
880,39	0,637		243.889	1.486	579	2.172	12.890	13.042	1.618	8.022	14.721

pendant les deux années 1843 *et* 1844.

Safre.	Bleu de cobalt.	Argent.	Minerai de chrome (exporté).	Chromate de potasse.
q. m.	q. m.	kil.	q. m.	kil.
308	867	6.954	5.705	30.022
670	1.188	6.618	8.060	111.054

taux métriques. Le skeppund bergsvigt (sk. B.V.), unité de poids pour les fers en barres, est égal à 150 kilogrammes ou 1q.m.,50. Le skeppund stappelstadvigt (sk. st. v.), unité de poids des autres substances minérales, équivaut à 136 kilogrammes: il se compose de 20 lispund st. v., et chaque lispund se compose lui même de 20 livres; de façon que la livre st. v. est égale à 340 grammes.

Le marc, unité de poids pour l'or et l'argent, se compose de 16 loths, et est égal à $0^k,2125$.

La tonne suédoise équivaut à 147 litres.

Le riksdaler banco vaut 2 fr. 19 cent. de notre monnaie.

Fabrication des métaux pendant ces dernières années. Le tableau ci-joint montre que la fabrication des métaux n'a pas éprouvé en général de variations très-considérables pendant ces dernières années; cependant, on peut remarquer que la production de la fonte et du fer éprouve un accroissement continu, la consommation intérieure et l'exportation augmentant simultanément. D'ailleurs, on peut considérer les mines de fer comme suceptibles d'être exploitées pendant un laps d'années presque indéfini, vu la richesse et l'abondance des gîtes. Le combustible végétal, dont la valeur augmente de plus en plus dans la partie méridionale de la Suède, est encore à très-bas prix dans la portion moyenne et la portion septentrionale de ce pays; car au delà du parallèle de Falun, le sol est encore aujourd'hui couvert d'immenses forêts, dont il est difficile de tirer parti, vu l'absence ou la rareté des mines métalliques et vu l'énormité des frais de transport.

Extraction du mineral de fer. L'extraction du minerai de fer a lieu d'une manière fort inégale dans les diverses provinces de la Suède, comme le montre le tableau ci-dessous.

dahl, en Dalécarlie, et il y a des carrières de marbre à Kolmårdens, dans l'Ostrogothie.

Statistique minéralogique de la Norwége.

La statistique minéralogique de la Norwège pour les deux années 1843 et 1844 est présentée au-dessous de celle de la Suède; elle est dressée d'après des documents qu'a bien voulu me communiquer M. Keilhau et d'après les données que j'ai recueillies sur les mines et usines; j'ai transformé les mesures norwégiennes en mesures françaises d'après les données suivantes : le skeppund norwégien, unité de poids identique pour toutes les matières, se compose de 20 lispunds, et le lispund comprend 16 livres. Comme la livre est égale à 0k,498, on voit que le skeppund équivaut à 159 kilogrammes.

Pour les matières d'or et d'argent, le marc est égal à 0k,33993.

Fonte et fer.

La fonte et le fer en barres sont fabriqués presque exclusivement dans la partie Sud-Est de la Norwège, comprise entre le lac Miöseu et Christiansand; toutes les usines à fer sont situées dans cette zone, à l'exception de celle de Mostadmarkens, qui est voisine de Drontheim.

Cuivre.

Röraas produit annuellement de 3.200 à 3.500 quintaux métriques de cuivre, environ la moitié de la quantité qui est fabriquée en Norwège; la production de Kaafiord, le centre de mines le plus important après Röraas, s'est élevée, dans ces dernières années, à près de 1.000 quintaux métriques; mais il est à craindre que le grand développement qui a été donné à ces exploitations ne soit arrêté par suite d'un appauvrissement des gîtes, ainsi que par le prix élevé de la main-d'œuvre et du combustible, qui est amené d'Angleterre. D'autres usines, situées dans la province de Dron-

theim et dans le Tellemarken, complètent la production du cuivre en Norwège.

Cobalt.

Les mines de Skutterud et celles de Snarum, ouvertes sur la même bande cobaltifère, dans la vallée du Snarum Elv, au Nord de Drammen, sont les seules exploitations de cobalt de la Norvège; leur existence ne date que d'un demi-siècle; depuis 1836 leur production est à peu près constante.

Argent.

A Kongsberg sont les seules mines d'argent exploitées en Norvège; depuis 1832 la production n'est pas descendue au-dessous de 19.000 marcs ou 6.460 kilogrammes d'argent; en 1834 elle s'est élevée à 35.690 marcs (12.134 kilogrammes); il serait facile de l'augmenter beaucoup si l'on ne tenait à conserver une réserve.

Minerai de chrome et chromate de potasse.

La production du minerai de chrome, qui remonte à une trentaine d'années, a considérablement augmenté depuis peu de temps : c'est en 1835 que l'on a commencé à fabriquer du chromate de potasse dans l'usine de Leerfoss, située près de Drontheim. En 1838 la production de la Norwège se bornait encore à 1.836 quintaux métriques de minerai, et à 20.000 kilogrammes de chromate de potasse; aujourd'hui elle est quintuplée.

Statistique minérale de la Finlande.

L'exploitation des mines et la fabrication des métaux sont encore peu développées en Finlande; cependant il y a dans cette contrée environ dix-huit hauts-fourneaux et treize à quatorze stückofen dans lesquels on obtient directement du fer demi-affiné d'après l'ancienne méthode, qui était généralement employée dans le Nord de l'Europe avant la fabrication de la fonte dans des hauts fourneaux. On compte en outre vingt-deux forges en Finlande,

et la quantité de fer en barres que l'on y fabrique annuellement s'élève à environ 25.000 quintaux métriques; mais une portion est obtenue avec des fontes importées de la Suède.

La fabrication du cuivre est peu considérable; je présume qu'elle ne s'élève pas à plus de 4 ou 500 quintaux métriques : ce métal provient presque entièrement de la mine d'Orriyärvi, située entre Åbo et Helsingfors.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE MÉMOIRE.

PREMIÈRE PARTIE.

DEUXIÈME PARTIE.

TABLE DES FIGURES CONTENUES DANS LES PLANCHES.

	fig.
Planche IV.	1. Carte des gîtes de minerai de cuivre du golfe d'Alten.
Mines de cuivre de Kaafiord.	2 et 3. Coupes horizontales du filon de la Vieille-Mine, de la mine de Wards.
	4 et 5. Coupes horizontales du filon de Woodfalls, de la mine de Michell.
	6. Carte des gîtes cuprifères et chromifères des régions de Drontheim, Röraas et Åreskuttan.
Mines de cuivre de Falun.	7. Coupe verticale de la mine de Storgruva du N.-O. au S.-E.
	8 et 9. Coupes horizontales de la même mine, aux profondeurs de 300 m. et 327 m.
	10. Vue d'une druse de quartz avec gypse, à la mine de Storgruva.
	11. Coupe générale du coteau de Pitkäranta, du S.-O. au N.-E. (bord Est du lac Ladoga).
	12. Coupe verticale de la mine de cuivre et d'étain de Pitkäranta.
	13 et 14. Plans des mines de cobalt de Skutterud et Snarum en Norwége.
	15 et 16. Plan et coupe verticale de la mine de cuivre et cobalt de Beschеska, à Tunaberg.
Planche V.	17. Plan des mines de cuivre et cobalt d'Adolphe, à Tunaberg.
Mines de plomb et argent de Sala.	18 et 19. Coupes horizontales aux niveaux de 90 et 190 m.
	20. Coupe verticale du N.-O. au S.-E.
	21. Disposition fréquente du minerai à Sala.
	22. Disposition du filon de Storgruva.
	23. Auréoles de blende et galène autour de rosaces amphiboliques.
	24. Plan des principales fahlbandes des environs de Kongsberg.
	25. Plan de la partie centrale de la fahlbande la plus importante.
Planche VI.	26 et 27. Disposition des veines argentifères à la mine des Pauvres et à celle du Roi.
Mines d'argent de Kongsberg.	28. Vue de la mine du Roi, au niveau de 372 m.
	29. Coupe transversale du Nord au Sud des mines du Roi et des Pauvres.
	30. Coupe transversale du Nord au Sud de la mine du Secours-de-Dieu.
	31. Coupe longitudinale de l'Est à l'Ouest de la mine du Secours-de-Dieu.
	32. Coupe de la montagne Storeaasen, du Nord au Sud.

GANGUES				
Pyroxène — P.	Grenats — G.	Epidote — E.	[illegible]	OBSERVATIONS. *Nota.* Je n'ai pas inscrit sur ce tableau la pyrite de fer, vu qu'elle se rencontre dans tous les gîtes sans exception. Je ne l'ai mentionnée que là où elle est très-abondante.
»	»	»	ime.	C'est une des grandes exploitations de la Suède ; le minerai est du fer oxydulé presque pur, contenant de 60 à 70 p. 100 de fer.
»	G	»	ite.	Le minerai est très-riche et très-pyriteux.
»	»	»		Le gîte est entremêlé d'une foule de veines de pegmatite contenant beaucoup de feldspath, orthose et oligoclase.
»	G	»		»
»	G	»		»
»	G	»	»	»
»	»	»	»	»
»	G	E	K natif, olite,	Les gangues de cette mine et des suivantes ont de l'analogie avec celles d'Arendal.
P	G	»	K talc,	»
P	G	E	K silex.	»
P	G	E	K tite,	»
»	»	»	K.	»
P	G	E	K b,	Les gîtes des environs d'Arendal offrent beaucoup d'analogie les uns avec les autres, tant par leurs caractères géologiques que sous le rapport de leur composition.
P	G	E	K	Cette mine et celle de Nödebro sont les seules où on ait trouvé des borosilicates à base de chaux.
P	G	E	K	Ce gîte est traversé par des skölar serpentineux.
P	G	E	K	Ce gîte offre des filons granitiques presque horizontaux.
P	G	E	K	»
P	G	E	K ite,	Ce gîte offre plusieurs filons granitiques faiblement inclinés.
P	G	E	K sul- tifs, bhi- eu-	Parmi les mines d'Arendal, celles de Langsev et Barbo renferment le plus de minéraux variés.
»	1	»		1

coi … pro	Fer oxydulé — fe.	AUTRES MIN … ERREUSES métalliqu … moins fréquentes.	OBSERVATIONS. *Nota.* Je n'ai pas inscrit dans ce tableau la pyrite de fer qui se rencontre dans tous les gîtes sans exception.
Norwé tri Prov Tro Fint	»	Carbonates d bleu et ve	Ces gîtes présentent les caractères de véritables filons, ce qui est rare en Scandinavie ; ils sont exploités depuis une vingtaine d'années par une compagnie anglaise.
	»	Carbonates de bleu et vert niates de cu de cobalt, de fer et d ganèse.	
Noi (provi Dront	»	»	Le minerai extrait de ces gîtes est fondu à l'usine à cuive de Selboe.
I	»	» gileuses, miante.	Ces trois mines sont actuellement exploitées par la compagnie de Röraas.
I	»	» lleuses.	
I	»	» lleuses.	
Provin Chris (Osten	»	»	Cette mine est aujourd'hui abandonnée.
K	»	»	*Id.*
K	»	»	Ces mines sont exploitées par la compagnie de Röraas.
K	»	»	
K	»	»	Cette mine est aujourd'hui abandonnée.
Provin	»	»	
Suède Smålan		Cuivre carbonatnite, bleu et vert. d'Oe-	Cette mine et les autres mines d'or de la Scandinavie sont aujourd'hui abandonnées ; on n'obtient de l'or qu'à Falun, et seulement comme produit accessoire.

NOTICE

Sur l'Arkansite(1);

Par MM. DAMOUR et DESCLOIZEAUX.

Sous le nom d'arkansite, M. Shepard (2) a décrit (American journal of Sciences and Arts, cahiers de septembre 1846 et 1847) des cristaux provenant d'une localité dite Vot Springs dans l'État d'Arkansas.

Plusieurs de ces cristaux nous ayant été remis dernièrement par M. Lettson, secrétaire de l'ambassade britannique et minéralogiste instruit, nous avons cherché à étudier les caractères de cette substance minérale. Dans le cours de nos recherches, ayant eu besoin d'une nouvelle quantité de matière, M. Dufrénoy, avec son obligeance accoutumée, a bien voulu nous en délivrer plusieurs échantillons. Nous exposons ici le résultat de notre travail.

Les cristaux d'arkansite se présentent, soit isolément, soit groupés et engagés dans du quartz grisâtre en grains. Leur couleur est le gris de fer avec éclat métallique semblable à celui de fer oxydulé. Ils donnent une poussière gris-cendré, et n'offrent pas de clivage appréciable.

---

(1) Remis à la commission des Annales, séance du 20 avril 1849.

(2) M. Shepard avait trouvé pour densité de l'arkansite 3,85—3,86, et avait déduit des mesures d'angles rapportées plus loin que ce minéral cristallisait en prisme rhomboïdal droit sous l'angle de 121° 34′, dans lequel B : H était égal à 0,9428.

La densité des cristaux entiers s'est trouvée égale à 4,030; sur de petits fragments qui, réunis, pesaient 3$^{gr.}$,1850, la densité s'est élevée à 4,083.

La dureté du minéral est intermédiaire entre celle du feldspath et celle du quartz.

La plupart des cristaux d'arkansite se présentent sous l'aspect d'un dodécaèdre à triangles isocèles; cependant un examen attentif fait bientôt découvrir de petites facettes, généralement très-étroites, et dont la mesure démontre que ces cristaux appartiennent réellement à un prisme rhomboïdal droit, modifié sur les arêtes et sur les angles de sa base.

Les *fig*. 34, 35 et 36, *Pl. VI*, montrent la disposition des cristaux que nous avons observés; la première est la plus habituelle; la dernière est au contraire assez rare.

La face g^1 qui existe presque toujours, est quelquefois à peine visible; d'autres fois elle prend une extension si considérable, que les cristaux se présentent sous forme de tables épaisses, à bases hexagonales, ainsi que l'a représenté M. Shepard.

Ces cristaux, dont la composition sera donnée plus loin, appartiennent à la classe des minerais titanifères; leur forme remarquable et leur éclat métallique ont dû, au premier abord, les faire considérer comme appartenant à une espèce distincte; cependant, lorsqu'on les compare aux composés du titane connus sous le nom de rutile, de brookite et d'anatase, on voit bientôt que leur forme primitive et toutes leurs modifications sont complétement identiques avec celles de la brookite.

Pour exprimer par des nombres simples la po-

sition des faces de l'arkansite, on est conduit à placer les cristaux comme l'indiquent les *fig.* 34, 35 et 36, en les faisant dériver d'un prisme rhomboïdal droit de 121°39′ dans lequel un des côtés de la base est à la hauteur comme 1.000 est à 348.

Cette position n'est pas celle qui a été adoptée par Lévy, pour la description des cristaux de brookite qu'il a donnée dans les « Annals of Philosophy » de février 1825; mais si l'on renverse les figures tracées par ce minéralogiste, de manière à les faire reposer sur la face qu'il désigne par g^1, prise comme base, on obtient les formes représentées par les *fig.* 37, 38, 39 et 40 qui sont ainsi parfaitement comparables aux *fig.* 34, 35 et 36.

La grande face h^1, suivant laquelle les cristaux de brookite sont toujours très-aplatis, devient alors g^1; la forme primitive devient un prisme rhomboïdal droit de 121°52′, dans lequel un des côtés de la base est à la hauteur comme 1.000 : 347, valeurs qui diffèrent à peine de celles que l'on trouve pour l'arkansite : enfin, les signes des modifications observées par Lévy subissent des transformations qu'indique le tableau suivant :

Signes cristallographiques de la brookite d'après la forme primitive de Lévy.	Signes cristallographiques de la brookite et de l'arkansite, d'après la nouvelle forme primitive.
a^1	. . . m
p	. . . h^1
a^2	. . . h^3
h^1	. . . g^1
e_3	. . . $b^{1/3}$
$i = (b^1 b^{1/5} g^{1/3})$	. . . $b^{1/9}$
$b^{1/2}$	. . . $b^{1/6}$
$e^{1/4}$	. . . . $a^{4/3}$
$e^{3/8}$	. . . $a^{8/9}$
m	. . . $e^{1/3}$
e_2	. . . a_3
$e_{9/4}$	. . . $i = (b^1 b^{4/15} h^{4/5})$

Les faces de l'arkansite offrent bien moins d'éclat et de netteté que celles de la brookite ; ainsi les faces m, $b^{1/6}$ et $b^{1/3}$, n'ont fourni que des mesures approchées ; mais les faces $e^{1/3}$ et surtout $a^{4/3}$ sont suffisamment unies et brillantes, et ce sont elles qui ont servi à déterminer les dimensions de la forme primitive : les faces g^1 sont brillantes, mais fortement cannelées horizontalement ; ce caractère se retrouve aussi constamment sur les faces correspondantes de la brookite.

Malgré les incertitudes qui nous étaient restées sur la valeur de quelques incidences de l'arkansite, on va voir par la comparaison des angles que nous avons obtenus pour cette substance, et de ceux qui ont été observés par Lévy, sur la brookite, qu'il n'est guère possible d'arriver à une coïncidence plus satisfaisante : les variétés d'un même minéral provenant de localités différentes présentent même souvent de plus grands écarts.

Signes des faces.	Incidences de l'Arkânsite observées. Shepard.	Incidences de l'Arkânsite observées. Descl.	Incidences de l'Arkânsite calculées.	Incidences de la Brookite par Lévy.
m sur m.	»	»	121° 39′	»
$m - h^1$.	»	»	150° 49′ 30″	150° 56′
$m - g^1$.	»	»	119° 10′ 30″	»
$m - b^{1/3}$. . . .	»	140° env.	140° 48′ 23″	»
$b^{1/3} - b^{1/3}$ adjacent. .	135° 15′	135° 50′	135° 36′ 16″	135° 46′
$b^{1/3} - b^{1/3}$ à la base. .	»	101° 30′	101° 36′ 46″	101° 37′
$b^{1/3} - h^1$. . . .	»	»	132° 35′ 9″	132 38′
$b^{1/3} - b^{1/6}$. . . .	»	163° env.	162° 59′ 13″	162° 58′
$b^{1/6} - b^{1/6}$ à la base. .	»	136° env.	135° 38′ 20″	»
$b^{1/6} - h^1$. . . .	»	»	143° 57′ 7″	144°
$a^{4/3} - a^{4/3}$ adjacent.	123°	123° 40′	123° 40′ 14″	123° 36′
$a^{4/3} - b^{1/3}$. . .	»	152° env.	151° 13′ 33″	»
$a^{4/3} - h^1$. . . .	»	»	118° 9′ 53″	118° 12′
$a^{4/3} - e^{1/3}$. . .	»	»	124° 26′ 35″	124° 31′
$e^{1/3} - e^{1/3}$ par-dessus g^1	101°	100° 35′	100° 11′ 8″	100°
$e^{1/3} - g^1$. . . .	»	140° 15′	140° 5′ 34″	»
$e^{1/3} - b^{1/3}$. . . .	133° 45′	134°	134° 2′ 44″	134°
$e^{1/3} - b^{1/6}$. . .	»	»	126° 2′ 54″	126°
$h^1 - h^3$. . . .	»	»	»	164° 28′
$h^1 - a^{8/9}$. . .	»	»	»	128° 48′
$h^1 - i$.	»	»	»	141° 41′
$h^1 - a_3$. . . .	»	»	»	143° 2′
$h^1 - b^{1/9}$. . .	»	»	»	147° 30′
$a^{8/9} - e^{1/3}$. . .	»	»	»	120° 4′
$a^{8/9} - b^{1/3}$. . .	»	»	»	156° 29′
$b^{1/9} - b^{1/9}$ à la base.	»	»	»	149° 35′
$b^{1/9} - b^{1/3}$. . .	»	»	»	156°
$a_3 - a_9$ adjacent. .	»	»	»	154° 21′
$a_3 - a_3$ à la base. .	»	»	»	112° 3′
$a_3 - e^{1/3}$. . . .	»	»	»	121° 58′
$i - i$ adjacent. . .	»	»	»	154° 21′
$i - i$ à la base. . .	»	»	»	109° 21′
$i - e^{1/3}$.	»	»	»	124° 45′

La fin de ce tableau contient, d'après Lévy, les incidences de faces qu'on n'a rencontrées jusqu'ici que dans la brookite et qui se trouvent indiquées sur les *fig.* 37, 38, 39 et 40.

Nous allons exposer maintenant les caractères chimiques de l'arkansite, ainsi que le résultat des essais et analyses auxquels nous avons soumis cette substance minérale.

L'arkansite chauffé à la flamme du chalumeau ne change pas d'aspect et reste complétement infusible.

Réduit en poudre et chauffé avec le sel de phosphore, il s'attaque difficilement; le verre reste longtemps noir par l'effet de la répartition de la poudre du minéral dans la masse fondue : si l'on ajoute un peu de nitre, il se produit une vive effervescence, la couleur noire disparaît et l'on obtient un verre incolore. Au feu de réduction, et surtout par l'addition d'une lamelle d'étain, ce verre prend une teinte bleu-violâtre pareille à celle que produit l'acide titanique.

Fondu avec le borax, le minéral se dissout et donne, au feu de réduction, un verre brun qui devient incolore au feu d'oxydation.

L'acide nitrique, l'acide chlorhydrique et l'eau régale n'exercent aucune action sur lui.

L'acide sulfurique chauffé à 300 degrés, l'attaque lentement. Si l'on verse de l'eau froide sur la matière ainsi attaquée, on obtient une dissolution incolore qui donne, par la saturation avec l'ammoniaque, un précipité floconneux d'un blanc pur. La dissolution complète de la matière ne s'obtient qu'après plusieurs décantations et additions successives d'acide sulfurique. Si l'on évapore l'acide jusqu'à siccité, en faisant ensuite rou-

gir le résidu, on obtient une masse friable, de couleur blanche, insoluble dans l'eau, et qui présente les réactions de l'acide titanique.

Avant de faire l'analyse du minéral, on a commencé par le mettre en digestion dans l'acide chlorhydrique pour enlever une faible quantité d'oxyde de fer adhérente à la surface; puis après l'avoir pulvérisé et pesé, on l'a attaqué par le bisulfate de potasse. La masse fondue a été dissoute dans l'eau, il n'est resté qu'une faible proportion de silice insoluble; la liqueur acide a été sursaturée d'ammoniaque : on a lavé par décantation et recueilli sur un filtre le précipité qui s'est formé. On a redissous dans l'acide tartrique ce précipité suffisamment lavé, et pendant qu'il était encore humide. On a versé de l'ammoniaque en excès dans cette dissolution tartrique; la liqueur est restée claire; puis on a ajouté quelques gouttes de sulfhydrate ammonique qui ont donné lieu à un faible précipité de sulfure de fer très-lent à se réunir. Ce sulfure recueilli, puis traité par l'eau régale, a fourni une dissolution ferrique d'où l'on a précipité le peroxyde de fer par l'ammoniaque.

La liqueur tartrique séparée du sulfure de fer a été évaporée à siccité. Le résidu calciné a laissé une matière blanche en poudre, offrant tous les caractères de l'acide titanique pur.

Dans les autres analyses, le minéral réduit en poudre fine et placé dans une capsule de platine a été attaqué par l'acide sulfurique, à une température suffisante pour volatiliser l'excès d'acide, en évitant l'ébullition. Après une digestion de douze heures, on a laissé refroidir le tout, puis on a ajouté peu à peu une grande quantité d'eau

froide; on a recueilli sur un filtre une faible quantité de matière restée insoluble, et l'on a saturé la dissolution sulfurique par l'ammoniaque. On a obtenu ainsi un précipité floconneux d'acide titanique qu'on a fait dessécher et rougir fortement après un lavage convenable.

La liqueur ammoniacale séparée du précipité d'acide titanique, étant évaporée à siccité, a laissé un résidu de sulfate d'ammoniaque qui s'est volatilisé par l'effet de la calcination, en ne laissant qu'une très-faible quantité d'acide titanique.

Dans une première analyse,

1gr.,0245 d'arkansite attaqués par le bisulfate de potasse ont donné :

		en 10000e
Acide titanique. .	1,0180 =	0,9936
Oxyde ferrique. .	0,0140 =	0,0136
Silice.	0,0075 =	0,0073
	1,0395	1,0145

Deuxième analyse,

0gr.,8530 attaqués par l'acide sulfurique ont donné :

		en 10000e
Acide titanique ferrifère.	0,8250 =	0,9672
Matière inattaquée (acide titanique).	0,0545 =	0,0639
	0,8795	1,0311

Troisième analyse,

0gr.,5050 attaqués par l'acide sulfurique ont donné :

		en 10000e
Acide titanique ferrifère.	0,5135 =	1,0168
Matière inattaquée.	0,0070 =	0,0139
	0,5205	1,0307

On remarque dans chacune de ces analyses une augmentation de poids très-notable; si cette augmentation est moins forte sur la première, on peut l'attribuer à une perte qu'il est difficile d'éviter pendant la calcination de l'acide tartrique employé pour séparer le fer de l'acide titanique.

D'après ces observations, il était présumable que l'arkansite devait contenir le titane à un degré d'oxydation inférieur à celui de l'acide titanique : pour nous en assurer davantage, nous avons entrepris les essais suivants :

$1^{gr.},1985$ du minéral pulvérisé et introduit dans une nacelle en platine ont été soumis pendant deux heures à l'action d'un courant d'oxygène sec, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge-blanc. Après le refroidissement, la matière n'avait pas changé d'aspect; placée sur la balance, elle a accusé la faible augmentation de poids de 0,0015. Ainsi, l'action de l'oxygène avait été presque nulle.

$0^{gr.},9400$ d'arkansite porphyrisés avec soin et placés dans un creuset de platine taré ont été mis en digestion avec de l'acide sulfurique, à une température suffisante pour volatiliser l'acide. On a fait évaporer à siccité, et l'on a calciné le résidu. Au moment où le creuset commençait à rougir, il s'est dégagé des vapeurs d'acide sulfureux reconnaissables à leur odeur. Lorsque ce dégagement de vapeurs a cessé, on a fait rougir fortement le creuset, puis on l'a pesé avec la matière, après le refroidissement. L'augmentation de poids n'a été que de $0^{gr.},0010$; la masse calcinée était friable et avait pris une couleur blanc-grisâtre, beaucoup plus claire que celle de la poudre du minéral inattaqué.

Le dégagement de vapeurs d'acide sulfureux et le changement de couleur du minéral après l'opération indiquent assez clairement qu'il y a eu suroxydation de la matière, aux dépens de l'acide sulfurique employé. Si l'augmentation de poids s'est trouvée très-faible, on peut l'attribuer à quelque perte produite par la volatilisation de l'acide sulfurique.

Ayant épuisé la presque totalité de la matière mise à notre disposition, nous n'avons pu renouveler ces expériences; nous avons alors cherché à reconnaître si, indépendamment de la forme cristalline, il existait encore quelques points de rapprochement entre l'arkansite et la brookite.

Cette dernière substance, comme on sait, ne s'est montrée jusqu'à ce jour qu'en cristaux aplatis, souvent très-minces, transparents, de couleur rouge-brunâtre, à cassure vitreuse et donnant une poussière blanc-jaunâtre. Ces caractères extérieurs qui la distinguent nettement de l'arkansite disparaissent aisément sous l'influence de la flamme désoxydante du chalumeau. En effet, si l'on expose pendant quelques instants un cristal transparent de brookite à la flamme intérieure du chalumeau alimentée par une lampe à alcool, le cristal perd sa transparence et prend tout l'aspect d'un fragment de tôle de fer : lorsqu'on le brise après cette opération, il présente, dans la cassure, un éclat métallique exactement semblable à celui de l'arkansite; sa poussière montre également une teinte grise qui se confond avec celle de l'arkansite. Le même phénomène se montre lorsqu'on chauffe la brookite sur le charbon; tandis que si on fait rougir ce minéral dans un

tube, à l'abri de la flamme désoxydante, il ne change pas d'aspect.

Ces derniers caractères s'ajoutent à ceux que nous avons exposés plus haut pour établir l'opinion que les cristaux d'arkansite appartenaient primitivement à l'espèce connue sous le nom de brookite; il est probable que dans le gîte où ils ont été recueillis, ils ont subi, à une certaine époque, l'action d'une haute température accompagnée d'un dégagement de vapeurs hydrogénées ou bitumineuses. Sous cette influence, les cristaux de brookite ont alors perdu une partie de leur oxygène, et ont subi une réduction qui leur a enlevé leurs caractères extérieurs primitifs sans altérer leur forme, comme on l'observe sur les cristaux de brookite que l'on chauffe à la flamme intérieure du chalumeau.

Pour compléter ces recherches il eût été nécessaire d'opérer la réduction des cristaux de brookite sur une quantité de matière un peu notable; de constater la perte en oxygène et de prendre ensuite la densité des cristaux ainsi transformés. La rareté de cette substance à Paris ne nous a pas permis d'en réunir, en ce moment, une quantité suffisante, et nous n'avons pu opérer que sur des parcelles. Pour y suppléer, jusqu'à un certain point, nous avons appliqué ce mode d'essai à des cristaux de rutile.

$2^{gr.}$,6070 de cristaux de rutile transparent du Brésil, réduits en fragments de diverses grosseurs, ont été placés dans une nacelle de platine et soumis pendant deux heures à l'action d'un courant d'hydrogène sec, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge-blanc.

Après l'opération, le rutile avait pris une teinte

gris de fer, terne à l'extérieur, avec éclat luisant et presque métallique dans la cassure; il avait subi une diminution de poids de $0^{gr.},0650$; soit $0^{gr.},0451$ pour 1 gramme.

Sa densité avant l'opération était de. . 4,273
Après l'opération elle était de. 4,365

Ainsi le rutile, sous l'influence de l'hydrogène à une haute température, perd une partie de son oxygène, prend un aspect métallique analogue à celui de l'arkansite, et augmente de densité.

Dans un intéressant mémoire sur les composés de titane (Ann. de Chimie et de Physique, 3e série, t. XX, page 385), M. Ebelmen a montré qu'on pouvait ramener l'acide titanique, TiO^2 à l'état de sesqui-oxyde Ti^2O^3, en exposant, comme nous l'avons fait pour le rutile, de l'acide titanique artificiel à l'action d'un courant d'hydrogène sec, à une température élevée. Dans notre expérience, le rutile n'a subi qu'une réduction partielle, et n'a pas été amené à l'état de sesqui-oxyde de titane : il n'a perdu en effet que $0^{gr.},0451$ pour 1 gramme. Pour être ramené à l'état de sesquioxide, il aurait dû perdre $0^{gr.},0972$ pour 1 gramme; l'équivalent du titane étant représenté par le nombre 314,7 suivant les expériences de M. Isidore Pierre. Le produit que nous avons obtenu nous paraît être un mélange d'acide titanique et de sesqui-oxyde de titane représenté assez bien par la formule : $\dddot{\mathrm{Ti}}+2\ddot{\mathrm{Ti}}$.

En résumé, et d'après les considérations que nous avons développées, il nous paraît assez naturel d'admettre que l'arkansite est un composé de sesqui-oxyde de titane et d'acide titanique résultant d'une transformation chimique de cris-

taux qui appartenaient primitivement à l'espèce désignée sous le nom de brookite. Ces sortes de transformations ou épigénies s'observent du reste très-fréquemment dans le règne minéral.

En terminant cette notice, nous devons rappeler le mémoire de M. H. Rose (Ann. de Chimie et de Physique, t. XII, page 176) sur les minéraux titanifères, et dans lequel ce savant professeur a démontré que la brookite et l'anatase pouvaient acquérir une densité qui se rapproche beaucoup de celle du rutile par le seul effet d'une calcination prolongée.

MÉMOIRE

sur la température des sources dans la vallée du Rhin, dans la chaîne des Vosges et au Kaiserstuhl.

Par M. DAUBRÉE, ingénieur des Mines.

Depuis plusieurs années, en étudiant la disposition des eaux souterraines dans le bassin du Rhin, j'ai pris la température d'un grand nombre de sources qui sont situées à des altitudes différentes et dans des conditions géologiques variées. Le but principal de ces observations était de chercher à distinguer plusieurs des influences qui concourent à déterminer la température d'une source, telles que la profondeur de son réservoir d'alimentation, la nature et la disposition des roches avoisinantes, son élévation au-dessus de la mer.

Toutes ces températures, dont les valeurs les plus certaines ont été consignées dans le tableau annexé à cette notice, ont été prises avec un thermomètre centigrade fort exact, sur lequel on pouvait apprécier les dixièmes de degré.

La plupart des sources de nos climats qui sortent des terrains stratifiés et qui arrivent au jour sans se mélanger à des eaux superficielles, subissent seulement dans leur température, pendant le courant de l'année, de faibles variations qui, en général, ne dépassent pas quelques dixièmes de degré. Une seule observation peut donc déjà faire connaître approximativement la tempéra-

ture moyenne d'une source placée dans ces conditions, surtout si son volume d'eau est considérable et ne varie pas beaucoup dans le courant d'une année.

Il n'en est pas ainsi de celles qui sortent des sables diluviens ou tertiaires, dont les réservoirs sont peu profonds; plusieurs d'entre elles dérivent en effet d'infiltrations d'une rivière ou d'un ruisseau peu éloigné. Tel est le cas pour une ligne de sources qui sortent des terrains tertiaires supérieurs, entre Bischwiller et Soufflenheim, et qui sont alimentées par des infiltrations de la Moder; quoiqu'elles soient très-abondantes, la température de ces sources varie, selon les saisons, de 8°,5 à 12°,5, c'est-à-dire avec une amplitude de 4°.

Voici quelques faits généraux qui ressortent des chiffres consignés dans le tableau des observations (p. 471).

Uniformité de la température de sources d'égale altitude.

1° Les sources situées, soit dans la plaine et les collines basses de l'Alsace, soit dans les vallées des Vosges et de la Forêt-Noire, ne diffèrent, en général, dans leur température moyenne que de 0°,8 (1) au plus, lorsqu'elles sont à des altitudes très-rapprochées et à égale hauteur au-dessus du niveau de la mer. Les sources observées sortent des terrains tertiaire, jurassique, triasique, du grès des Vosges et du grès rouge. Il est remarquable de trouver autant d'uniformité dans la température d'eaux qui jaillissent de terrains variés dans leur nature, leur relief et leur exposition jurassique. Les sources en rapport avec les accidents géologiques qui seront signalés plus loin font seules exception à cette uniformité.

(1) Il ne s'agit ici que de degrés centigrades.

La température moyenne des sources situées dans la vallée du Rhin, entre 180 et 260 mètres de hauteur au-dessus de la mer, et entre les latitudes de 48° 20′ et 49°, est de 10°,5, valeur qui correspond à une altitude moyenne de 212 mètres.

La grande nappe d'eau qui imbibe le gravier de la plaine du Rhin, possède à Strasbourg, d'après des observations faites en 1846 et 1847, une température moyenne d'environ 10°,2, qui est un peu inférieure à celle des sources proprement dites.

Le décroissement de température suivant la hauteur n'est pas uniforme.

2° On peut juger, par un simple coup d'œil, de la manière suivant laquelle diminue la température des sources à mesure que l'on s'élève, en examinant une courbe AB (Pl. VI, fig. 41) dont les abscisses représentent la température et les ordonnées les altitudes au-dessus de la mer.

La ligne déterminée par l'ensemble de ces points s'éloigne notablement de la ligne droite, ce qui montre que le décroissement dans la température des sources n'est pas tout à fait uniforme à mesure que l'on s'élève. Dans la plaine, et dans les collines de hauteur inférieure à 280 mètres, le décroissement n'est à peu près que de 1° par 200 mètres; de 280 à 360 mètres d'altitude, la diminution est beaucoup plus rapide : elle est de 1° par 120 mètres; à partir de 360 mètres, et jusqu'à 920 mètres, le décroissement redevient le même que dans la plaine, c'est-à-dire 1° par 200 mètres. C'est quand on quitte le sol à ondulations douces pour passer aux pentes abruptes des montagnes que le décroissement devient plus prononcé.

3° Dans la région de la vallée du Rhin sur la-

Excès de la température des sources sur celle de l'air. Cet excès croît avec la hauteur comme avec la latitude.

quelle s'étendent les observations, et à toutes les hauteurs, il y a des excès de la température moyenne des sources sur celle de l'air. En effet, si on rapproche les températures moyennes de Strasbourg, Carlsruhe, Bâle et Fribourg (1), on trouve que la température moyenne de l'air dans cette partie de la vallée du Rhin, et à l'altitude de 212 mètres, est très-rapprochée de 9°,9; à cette hauteur, la température des sources qui est de 10°,5, excède donc celle de l'air de 0°,6.

Cet excès paraît croître avec la hauteur, de même qu'il arrive avec l'augmentation de latitude; ainsi à Saint-Blaise, dans la Forêt-Noire, à 771 mètres de hauteur, la température de l'air est de 5°,20 (2); la température moyenne des sources situées à la même altitude est de 6°,8; elles surpassent par conséquent de 1°,6 la température de l'air.

Un excès de température de même sens s'observe dans les contrées centrales de l'Europe où il tombe plus d'eau en été qu'en hiver; l'inverse a au contraire lieu dans les régions méridionales qui reçoivent à peu près toute leur pluie pendant la sai-

(1) Voici de quelles données on peut partir :

	Hauteur.	Température moyenne.
Strasbourg.	144	9°,8
Carlsruhe.	118	10°,32
Bâle.	260	9°,62
Fribourg.	280	9°,75
Moyennes. . .	202	9°,89

Les valeurs relatives aux trois dernières localités sont empruntées de l'ouvrage de M. Walchner (Handbuch der Geognosie, 2e édition, p. 188).

(2) Walchner. Même ouvrage.

son d'hiver, ainsi que M. de Humboldt l'a le premier observé. (1)

Dans les contrées froides, cet excès dérive en général de deux causes.

M. de Buch a fait voir depuis longtemps que ces différences sont en rapport avec les quantités relatives de pluie qui tombent dans chaque saison (2). Cette inégale répartition de la pluie suivant les saisons, quoique ayant une influence évidente, ne me paraît pas contribuer seule à élever la température moyenne des sources au-dessus de celle de l'air, dans les régions froides où la température de l'air est pendant plusieurs mois au-dessous de zéro. En effet, l'eau qui tombe pendant l'hiver à l'état de neige, et souvent à quelques degrés au-dessous de zéro, ne s'introduit pas dans le sol avec sa température primitive; elle ne s'écoule vers les réservoirs des sources qu'après s'être préalablement échauffée au moins jusqu'à zéro, aux dépens de l'atmosphère, qu'elle refroidit en outre en lui empruntant aussi la quantité de chaleur latente nécessaire pour se fondre. De là une seconde cause qui s'ajoute à la première dans les latitudes moyennes et élevées, pour élever la température des sources comparativement à la température moyenne de l'air.

A mesure que l'on s'élève dans les régions montagneuses, où il tombe annuellement une forte proportion de neige, la température des sources paraît donc diminuer moins rapidement que celle de l'air. Dans les contrées tempérées et froides, l'excès de la température moyenne des sources sur celle de l'air croît avec l'altitude, lorsque

(1) Annales de Gilbert, t. XXIV, p. 46

(2) Léopold de Buch. Description physique des îles Canaries; traduction française, p. 81 et suivantes.

toutefois la répartition des eaux météoriques dans les diverses saisons est la même pour toutes ces altitudes. Dans les hautes montagnes des contrées chaudes où les pluies surviennent en hiver, et qui sont assez éloignées de l'équateur pour que les températures y subissent de grandes variations annuelles, comme dans la Sierra-Nevada ou l'Atlas, au-dessus de la zone inférieure où, d'après les observattons connues, les sources ont une température moindre que celle de l'air, il existe peut-être une région dans laquelle la relation inverse a lieu, c'est-à-dire où la température des sources l'emporte sur celle de l'air, de même que dans les latitudes plus élevées, si toutefois la répartition de l'eau météorique entre les différentes saisons est à peu près la même dans les plaines et sur les montagnes.

Faible valeur de l'excès de la température des sources sur celle de l'air.

M. Arago a montré depuis longtemps que la température des fontaines artésiennes est supérieure à la température de la surface, et que l'augmentation de température est en général en raison d'un degré centigrade pour 20 ou 30 mètres de profondeur (1). En laissant de côté les sources qui sortent de failles ou du terrain basaltique, il est remarquable de ne pas rencontrer dans les terrains stratifiés de sources dont la température dépasse la température moyenne de l'air de plus de 1°,6; pour la plupart, la différence est même au-dessous de 1°. Cela paraît résulter de ce que la température des eaux qui s'infiltrent se propage jusqu'à une assez grande distance de la surface, et que d'ailleurs les réservoirs des sources sont généralement peu profonds.

(1) Annuaire du bureau des longitudes, 1835, p. 235.

4° Si parmi toutes les sources du bassin du Rhin observées jusqu'ici on réunit celles dont la température dépasse de plus de 2° la température moyenne du lieu d'où elles sortent, on reconnaît qu'en dehors du Kaiserstuhl, toutes sortent de failles ou de lignes de dislocation. Telles sont les sources suivantes qui toutes sont situées dans le département du Bas-Rhin:

Position géognostique des sources thermales; une partie sort de fractures profondes.

	Altitude.	Température.
La source de Küttolsheim.	220^{m}	11°,8
Celle de la papeterie de Reichshoffen.	200	13°,5
Celle de Châtenois.	180	14°,7
Celle de Soultz-les-Bains.	172	16°,2
Celle de Niederbronn.	195	17°,2
Celle de la papeterie de Wasselonne. .	210	17°,5

(Cette dernière, malgré sa température élevée, sert comme eau potable.)

A cette indication il faut ajouter toutes les sources telles que celles de la Hube, d'Erlenbade, de Badenweiler, de Bade, de Wildbad, etc., qui sont depuis longtemps connues comme thermales, et qui sortent également de fractures profondes.

5° Au milieu de l'uniformité générale de la température des sources, le massif du Kaiserstuhl, dans le duché de Bade, présente une seconde anomalie très-remarquable.

D'autres sources thermales sortent du terrain basaltique du Kaiserstuhl.

Ce petit groupe montagneux qui surgit de la plaine du Rhin entre les Vosges et la Forêt-Noire, jusqu'à une hauteur de 558 mètres au-dessus de la mer, ou de 380 mètres au-dessus de la plaine, a, suivant sa plus grande dimension, un diamètre de 15 kilomètres. Il est très-riche en sources : c'est, avec les sables tertiaires supérieurs du Sundgau, la région de la plaine du Rhin la plus riche en sources que je connaisse. Ce fait

Constitution du Kaiserstuhl; introduction des combinaisons du titane dans le calcaire voisin du basalte.

rapelle celui observé par M. le comte de Mandelslohe en Wurtemberg, où les nombreux pointements basaltiques se distinguent par de belles sources.

Considéré dans son ensemble, le Kaiserstuhl se compose d'une roche riche en pyroxène, que l'on désigne ordinairement sous le nom de dolérite, quoiqu'on n'y distingue pas de cristaux de labrador. Cette roche, qui se compose ordinairement d'un mélange intime d'augite, de fer titané, de zéolite, souvent de feldspath vitreux, et qui sur quelques points contient du péridot, constitue cependant bien plutôt un basalte qu'une dolérite. Le basalte ordinaire du Kaiserstuhl, par une forte diminution dans la porportion du pyroxène et par la prédominance de la zéolite (mésotype) et du feldspath vitreux, passe, comme à Oberschaffhausen, à une pâte qui établit une transition entre le basalte et le phonolite, et qui résonne sous le marteau de la même manière que cette dernière roche.

Vers le centre de la masse basaltique est enclavé un lambeau de calcaire dans lequel la roche volcanique pénètre sous forme de nombreux filons. Ce calcaire est habituellement lamellaire, mais sur quelques points il est gris et compacte, de manière à rappeler tout à fait la physionomie de certains calcaires sédimentaires. Comme on n'y reconnaît plus aucune trace de fossile, il est impossible de voir s'il a été arraché aux couches jurassiques qui se montrent sur les flancs du Kaiserstuhl, ou à un autre terrain. Il est toutefois extrêmement probable que ce calcaire est une roche stratifiée métamorphique. S'il en est ainsi, le calcaire dont il s'agit offre un exemple nou-

veau de l'influence que la nature chimique de la roche modifiante exerce sur la composition de la roche modifiée. En effet entre autres minéraux que l'on rencontre fréquemment dans les calcaires cristallins, tels que le mica, du grenat verdâtre et confusément cristallin, le calcaire du Kaiserstuhl renferme près de Vogtsbourg et de Schelingen, de très-nombreux grains de fer titané et des cristaux d'oxyde de titane qui ont été examinés pour la première fois par M. Walchner, et que M. de Leonhard a classés à la suite du rutile. D'un autre côté, le fer titané existe très-abondamment aussi dans le basalte avoisinant, où je l'ai rencontré jusque dans la proportion de 18 p. o/o. Il y forme même çà et là des rognons entremêlés d'apatite qui atteignent plusieurs centimètres de diamètre. Comme le titane ne se rencontre pas dans les calcaires stratifiés avec une abondance telle qu'à Vogstbourg et Schelingen, il faut conclure que le fer titané et l'oxyde de titane qui sont disséminés dans ces localités y ont été introduits par le voisinage de la masse basaltique dans laquelle a été plongé le calcaire. Lorsqu'on démolit un haut-fourneau à fer, à la suite d'une campagne, on trouve souvent la pierre qui formait les parois du creuset imprégnée de fonte. Cette fonte qui s'est profondément insinuée dans la pierre est sous forme de petites grenailles dont la disposition est la même que celle des grains de fer titané du calcaire, et l'on doit croire que ceux-ci ont aussi passé par imbibition du basalte dans le calcaire.

J'ai cru devoir signaler ici en passant l'introduction des combinaisons du titane dans le voisinage du basalte, parce que jusqu'à présent cette variété de métamorphisme n'a pas été, je crois, citée ailleurs.

De nombreuses ramifications rayonnent extérieurement à partir des cimes principales du Kaiserstuhl qui, vues en plan, dessinent une demi-parabole. L'intérieur de ce cirque demi-parabolique est découpé suivant des vallons dont les principaux sont ceux de Schelingen et de Vogtsbourg.

Disposition et température des sources de ce groupe montagneux.

La roche basaltique très-fissurée en tous sens est en outre perméable par elle-même sur différents points, en raison de son état terreux; elle permet donc aux eaux météoriques de s'y infiltrer avec facilité. Aussi des sources, dont beaucoup sont fort abondantes, jaillissent du fond des vallons et de leurs principales ramifications; elles sont particulièrement nombreuses vers la limite du basalte et du loess qui forme vers le bas une sorte de batardeau; elles sortent soit de l'un, soit de l'autre terrain, entre 200 et 280 mètres d'altitude; je n'en ai point observé qui soit à un niveau de plus de 100 mètres au-dessus de la plaine. Leur volume varie en général peu sensiblement de l'hiver à l'été, et, par suite, leur température doit aussi très-faiblement varier avec les saisons.

Si on examine le tableau de la température de vingt de ces principales sources que j'ai observées à leur orifice, on voit que leurs températures sont comprises, entre 10°,4 et 14°,5, c'est-à-dire qu'elles varient d'un point à l'autre, entre des limites beaucoup plus distantes que ne le font ordinairement les autres sources de la contrée; une d'entre elles s'élève même jusqu'à 18°,1. En faisant la moyenne des sources potables, abstraction faite de cette dernière, qui est thermale, on trouve une valeur de 12°,4. Or la température de Fribourg en Brisgau, qui est situé

à 14 kilomètres de distance du Kaiserstuhl, et à une hauteur de 280 mètres, est de 9°,75. Il y a donc une différence d'à peu près 2°,6 en faveur de la température moyenne des sources du Kaiserstuhl.

Le climat du Kaiserstuhl passe pour plus doux que celui de toute la plaine voisine ; cela est particulièrement sensible pour les hivers qui y sont beaucoup moins rudes qu'à Fribourg, Karlsruhe et Mannheim. Mais la cause de la haute température des sources de cette contrée ne résulte pas seulement des circonstances météorologiques ou de toute autre influence extérieure telle que la couleur sombre du sol, sans quoi on ne verrait pas cette température varier d'une source à l'autre d'une manière tout à fait anormale.

On sait que les sources thermales sont fréquentes dans le voisinage des massifs volcaniques anciens ou modernes, ce qui peut résulter non-seulement de ce que les eaux d'infiltration ont la possibilité de pénétrer profondément dans ces régions, mais aussi de ce que, dans ces terrains ou dans leur voisinage, l'accroissement de température suivant la profondeur est quelquefois très-rapide, comme si les roches de ces terrains n'étaient pas encore complétement refroidies dans la profondeur. Ainsi à Neuffen en Wurtemberg, le sol, où le taux d'accroissement est si élevé (1° par 10m,5), est traversé par des masses basaltiques, ainsi que je l'ai fait observer ailleurs (1). A en juger par la seule température de l'ensemble de ses sources, le massif basaltique du Kaiserstuhl paraît présenter,

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. XXI, p. 1335.

dans l'état thermométrique de son intérieur, une anomalie de même nature que Neuffen ; de telle sorte qu'à profondeur égale de réservoir, les sources y sont plus chaudes que dans toutes les autres roches de la contrée. Du reste, des observations faites dans d'autres régions basaltiques et trachytiques pourront seules éclairer complétement ce phénomène.

Le thermomètre peut quelquefois déceler une dislocation.

D'après plusieurs des faits qui viennent d'être exposés, la température des sources, dans les montagnes, les collines et la plaine de la partie moyenne du bassin du Rhin, mais en dehors du massif volcanique du Kaiserstuhl, est assez uniforme pour qu'une source dont la température dépasse seulement de 2° la température moyenne des sources de même altitude, décèle avec certitude une dislocation locale dans la structure du sol ; ces sources participent donc déjà au gisement des sources thermales, dans la catégorie desquelles on doit les ranger.

De même que, depuis une découverte de Franklin, la présence d'un bas-fond le révèle au marin par la température de l'eau qui le recouvre (1), de même aussi pour le géologue le thermomètre est comparable à une sonde, puisque dans beaucoup de contrées, cet instrument est susceptible de faire reconnaître l'existence de failles et d'autres dislocations.

---

(1) De Humboldt. Cosmos., t. I, p. 364 (traduction française).

Températures de sources situées à différentes altitudes dans la vallée du Rhin et en Lorraine.

DÉSIGNATION DE LA SOURCE.	ALTITUDE APPROXIMATIVE.	TEMPÉRATURE.	TERRAIN dont sort LA SOURCE.	OBSERVATIONS.
	mètres.	degrés C.		
Source du Rauschendwasser, près Niederbronn (1)......	180	10,6	Grès bigarré.	Ce puits est de 12 à 20m.
Puits du faubourg de Lichtenthal à Bade (duché de Bade) (2). .	180?	10,6	Grès rouge.	
Sources de Lichtenthal, près Bade (duché de Bade).....	180?	10,6	Idem.	
Source de la forêt de Frohret, près de Niederbronn......	186	10,5	Marnes irisées.	
Forte source dans la vallée de Dossenheim, près du Zellerhof.	190	10,5	Grès des Vosges.	Ces deux sources sont situées au fond d'une vallée de la chaîne des Vosges.
Autre forte source, près de la précédente...........	195	10,5	Idem.	
Source de Niederbronn à l'extrémité orientale de la ville. .	195	10,2	Muschelkalk.	
Source de Wimenau.......	200	10,6	Grès des Vosges.	Cette source sort aussi au fond d'une vallée de la chaîne des Vosges.
Sources de Kintzheim......	200	10,7	Jonction du granite et du muschelkalk.	
Sources des environs de Lembach.............	210	10,2	Muschelkalk.	
Sources de Bonnefontaine, commune d'Altwiller........	215	10,3	Marnes irisées.	Ces sources sont vulgairement qualifiées d'eaux minérales.
Source du bas de la ville de Bouxwiller (Fischpfuhl)....	220	10,5	Calcaire oolithique inférieur.	
Source de Weitersweiller.....	224	10,5	Grès des Vosges.	
Sources d'Orschwiller......	225	10,7	Granite.	
Source d'Avenheim........	230	10,8	Keuper.	
Source salée de Diemeringen. .	230	10,6	Muschelkalk inférieur.	
Source salée du même village. .	230	10,1	Idem.	A Gorze, près Metz (Moselle), la température de deux fortes sources situées à une altitude d'environ 230m est de 9°,8 et de 10°.
Source du hameau de Graufthal, près d'Eschbourg.......	240	10,3	Grès des Vosges.	

(1) On ne fait figurer dans ce tableau que les sources dont on a pu prendre la température au point même où elles jaillissent.

(2) Les localités dont la position n'est pas indiquée appartiennent au département du Bas-Rhin.

DÉSIGNATION DE LA SOURCE.	ALTITUDE APPROXIMATIVE.	TEMPÉRATURE.	TERRAIN dont sort LA SOURCE.	OBSERVATIONS.
	mètres.	degrés C.		
Source du pied du Bastberg (Bouxwiller).	260	10,3	Calcaire d'eau douce.	
Source de Wingen, près de Lembach.	260	10,2	Grès bigarré.	
Source de Niederhaslach.	270	10,3	Muschelkalk inférieur.	
Source de Dursteil.	275	10,2	Muschelkalk.	
Source dite Sandbrunnen, à l'ouest du Klingenthal.	280	10,2	Grès des Vosges.	
Source de Siewiller.	280	10,1	Muschelkalk.	
Source de Hoegen.	290	9,6	Grès des Vosges.	
Source de Marienbronn, près Lobsann.	290	0,4	Idem.	Cette source sort sur la faille terminale du grès des Vosges.
Source de Erlenhof, près Thal.	290	9,0	Idem.	
Source de Honcourt, près Villé.	300	9,5	Schiste de transition.	
Source de Neufbois.	300	9,1	Grès rouge.	
Source dite Teufelsbrunnen, dans la forêt de Villé.	320	9,7	Idem.	
Source près de Petersbach.	330	9,4	Muschelkalk.	
Source de Meissengotte.	360	8,6	Terrain de transition.	
Source de la Moder, à Moderfeld.	375	8,6	Grès des Vosges.	
Source située au pied du Hohkœnigsbourg (revers septentrional.	390	8,6	Terrain houiller.	
Source de la mine de Grandfontaine, près Framont (Vosges).	475	8,0	Calcaire de transition.	C'est une des sources les plus fortes du pays.
Source de la base du Hohkœnigsbourg (autre que celle désignée plus haut).	550	7,6	Grès des Vosges.	
Source du Hohwald, à la montée du Champ du Feu.	600	7,5	Granite.	
Autre source située non loin de la précédente.	620	7,2	Syénite.	
Source abondante sortant de la galerie de Terlingoutte près Framont (Vosges).	630	7,1	Grès de transition.	
Source de la base du Climont.	700	7,1	Grès des Vosges.	
Autre source de la base du Climont.	750	6,4	Idem.	
Source du Schœfferlager au Hohwald.	780	7,2	Granite.	
Source à 1 kilomètre au sud de la maison forestière de la Rothlach (Champ du Feu).	820	6,1	Syénite.	
Source de la Katzmatt (Champ du Feu).	850	6,5	Diorite.	
Source de la Magel (Champ du Feu).	880	6,6	Granite.	
Source de la maison forestière de la Rothlach (Champ du Feu).	920	5,8	Idem.	

Températures de quelques sources du massif basaltique du Kaiserstuhl (duché de Bade).

DÉSIGNATION DE LA SOURCE.	ALTITUDE APPROXIMATIVE.	TEMPÉRATURE.	TERRAIN dont sort LA SOURCE.	OBSERVATIONS.
	mètres.	degrés C.		
Source du Kleinthal, à 1 kil. N.-O. d'Ihringen.	(1)	13,2	(2)	1) Toutes les sources du Kaiserstuhl ont une altitude comprise entre 200 et 280 mètres.
Source dans la même vallée. .		12,5	Loess.	
Trois sources du vallon situé au N. d'Ihringen.		14,5		
Source du vallon situé au N. d'Ihringen (canton dit Ziegel).		11,6		(2) Les sources sans indication sortent vers la limite du basalte et du loess.
Une forte source située au N. d'Ihringen.		13,1		
Source au canton dit Himmelburg, près d'une habitation isolée.		13,1		
Source dite Sauerwasser, à 200 mètres à l'O. de la précédente.		12,3		
Source à Zwarenbach, à 3 kilom. d'Ihringen.		12,7		
Source du Brunnthal.		11,6		
Source du Muhlthal.		12,0	Basalte.	
Source de Wasenweiler.		13,1	*Id.*	
Source du bain, à Oberschaffhausen.		12,7		
Autre source près du même village.		12,7		
Trois sources au fond d'un vallon, près d'Oberschaffhausen, canton dit Monisohl?.		10,8		
Source du village de Vogtsburg.		10,4	Basalte.	
Source du vallon de Vogtsburg, près du Badloch.		13,1	Limite du basalte et du calcaire cristallin.	

FRANCE.

MARS — AVRIL 1849.

Guide des architectes, vérificateurs, entrepreneurs, et de toutes les personnes qui font bâtir, ou Traité complet de l'évaluation des ouvrages de construction, tels que terrasse et fouilles de terres, maçonnerie, etc., suivi d'un tableau du poids spécifique de divers matériaux et substances employés dans les bâtiments; par M. *L. Lejuste*. — In-4 de 55 feuilles 1/2.— A Paris, chez Roret, rue Hautefeuille, 10 bis. Prix. . . 12 fr.

Manuels Roret. Nouveau manuel complet de la fabrication des acides gras concrets employés dans les arts, et de celle des bougies stéariques, margariques, élaïdriques, palmétiques et cocéniques, contenant, etc.; par M. *F. Malpeyre*.— In-18 de 7 feuilles 2/9 et 2 pl. — A Paris, chez Roret.

Description des sulfatures, des alunières et des lagoni de la Toscane; par M. *H. Coquand*. — In-8 de 4 feuilles 1/8. (Extrait du Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, t. IV.)

Solution de divers problèmes géologiques que la science recherche en vain depuis la fondation de la géologie; par M. *Bertrand de Lom*.— In-4 de 1 feuille.

Notes sur les émanations volcaniques et métallifères; par M. *Élie de Beaumont*. — In-8 de 5 feuilles 1/2. (Extrait du Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, t. IV.)

ANNUAIRE MÉTÉOROLOGIQUE de la France pour 1849 (1re année); par MM. *J. Haeghens*, *Ch. Martins* et *A. Bérigny*.—In-8 de 44 feuilles 1/2, plus 2 pl.—A Paris, chez Gaume frères, rue Cassette, 4. Prix.. . 10 fr.

FRANCE.

MAI — JUIN 1849.

EXTRAIT d'un Mémoire sur les filons métallifères, principalement sur les filons de blende et de galène que renferme le terrain de la grauwacke de la rive droite du Rhin, dans la Prusse; par M. *Rivière*.

MÉMOIRE sur l'air comprimé, son application à la locomotion; par M. *Julienne*. — Imprimerie de Trufault, à Rouen.

TRAITÉ des machines à vapeur; ouvrage divisé en deux grandes sections. — 1re section : de la machine à vapeur en général; par MM. *Bataille* et *Jullien*. In-4 de 19 feuilles 1/2 — Chez Mathias.

L'ouvrage aura deux volumes, avec un seul ou deux atlas séparés. Il paraît deux livraisons de deux sections par mois, le 1er et le 16.

Prix : 1° pour chacune des livraisons de 1 à 10. 2 fr.
2° pour chacune des livraisons de 11 à 20. 1, 50
3° pour chacune des livraisons de 21 à 50. 1 fr.

RECHERCHES sur les verres provenant de la fusion des roches; par M. *A. Delesse*. In-8 d'une feuille, plus un tableau.

ÉLÉMENTS de chimie agricole et de géologie; par MM. *James* et *Johnston*; traduite de l'anglais par MM. *Exschaw* et *Rieffel*; revus et complétés sur la dernière édition par M. *Laverrière*. — A Paris, chez Mme Bouchard-Huzard. Prix. 3 fr. 50 c.

ANGLETERRE.

1er SEMESTRE DE 1849.

JACKSON. Minerals and their uses. (Des Minéraux et de leurs usages.) 420 pages in-12. Prix. . . 9 fr. 45 c.

M. FARADAY. Experimental Researches on electricity. (Recherches expérimentales sur l'électricité.) 2e édition, t. I, 582 p. in-8, avec 8 pl. Prix. . . . 22 fr. 70 c.

M. D. BLYTH. Outlines of qualitative chemical analysis, etc. (Éléments d'analyse chimique qualitative à l'usage des agriculteurs.) 66 p. in-8, avec 9 tableaux. Prix. . . . . 6 fr. 30 c.

WILLIAMS COCKBURN, D. D. DEAN OF YORK. A new System of geology. (Nouveau Système de géologie.) 63 p. in-8. Prix. . . . . 10 fr. 10 c.

KANE. Elements of chemistry, theoretical and practical, etc. (Éléments de chimie théorique et pratique, appliquée à la médecine, à la pharmacie, à l'agriculture et aux arts.) 2e édition, 1089 p. in-8, avec 230 gravures sur bois dans le texte. Prix. . 35 fr. 30 c.

ALLEMAGNE.

1er SEMESTRE DE 1849.

ERMANN KOLBE. Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie. (Dictionnaire de chimie pure et appliquée. 17e et 18e livr., figurischen gyps.) P. 481-752 in-8.—Brunswick, chez Weiveg et fils. Prix. 2 f. 50 c.

COL. HARTMANN. Die neuesten Entdekungen und Forschungen in der Geologie. (Travaux les plus récents en géologie.) 328 p. in-8, avec 4 pl. lith. — Weimar, chez Voigt. Prix. . . . . 5 fr.

LEOPOLD DE BUCH. Ueber Ceratiten. (Sur les Cératites.) 33 p. gr. in-4, avec 7 pl. — Berlin, chez Dummler. Prix. . . . . 6 fr. 50 c.

E. REUSS. Die fossilien Polyparien der Wiener tertiaire Beckens. (Sur les Polypiers fossiles de la formation tertiaire des environs de Vienne.) 109 p. in-4, avec 11 pl. lith. -- Vienne, chez Braumuller. Prix. 15 fr.

SCHMID. Ueber Versteinerungen in Gebirgsarten plutonischen Ursprungs. (Dissertation sur les pétrifications dans les roches d'origine plutonique.) 32 p. gr. in-8. — Augsbourg, chez Rieger. Prix. . . . . . 0 f. 65 c.

DRESCHER. Die electro-magnetische Telegraphie. (De la Télégraphie électro-magnétique.) 38 p. gr. in-4, avec 4 pl. lith, in-fol. — Cassel, chez Fischer. Prix. 6 fr.

CARILIAN-GŒURY ET V^{VE} DALMONT, ÉDITEURS,

LIBRAIRES DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, n° 49.

COMBES, *de l'Institut, insp. gén. des mines, professeur d'exploitation à l'École des mines.* **TRAITÉ DE L'EXPLOITATION DES MINES**; 3 forts vol. in-8, avec un atlas de 68 planches in-fol. Paris, 1845. 45 fr.

DUFRENOY, *de l'Institut, inspecteur général des mines, professeur de minéralogie aux Écoles des ponts et chaussées et des mines*, etc. **TRAITÉ COMPLET DE MINÉRALOGIE**, 4 forts vol. in-8, dont un de planches, avec un grand nombre de figures et planches intercalées dans le texte. Paris, 1847. 48 fr.

HÉRON DE VILLEFOSSE, *de l'Institut, inspecteur général des mines.* **DE LA RICHESSE MINÉRALE**; recueil de faits géognostiques et de faits industriels, offrant un cours complet de l'art des mines et usines, au moyen d'exemples tirés de célèbres établissements, et rendus sensibles à l'œil par la représentation géométrique des objets; *nouveau tirage*, accompagné d'un *nouveau texte* explicatif, rédigé par ordre du conseiller d'état directeur général des ponts et chaussées et des mines; par H. LE COCQ, ingénieur des mines. Atlas in-folio de 65 planches, très-bien gravées par Leblanc, dont plusieurs coloriées, et 1 vol. in-8 de texte. Paris, 1838. 50 fr.

OLIVIER (Th.), *docteur ès sciences, professeur de Géométrie descriptive au Conservatoire des arts et métiers, répétiteur à l'École polytechnique, professeur-fondateur de l'École centrale des arts et manufactures.* **TRAITÉ COMPLET DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE**, ouvrage divisé en plusieurs parties, qui se vendent chacune séparément :

1° **COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE**; trois parties in-4. accompagnées d'un Atlas de 111 pl. 22 fr. 50 c.

1re *partie :* DU POINT, DE LA DROITE ET DU PLAN, in-4., avec 42 pl. — 2e *partie :* DES COURBES ET DES SURFACES COURBES, et en particulier DES SECTIONS CONIQUES ET DES SURFACES DU SECOND ORDRE, in-4., avec 54 pl. — 3e *partie :* DÉMONSTRATION NOUVELLE DES PROPRIÉTÉS DES SECTIONS CONIQUES, in-4., avec 15 pl.

Dans cet ouvrage, remarquable par la méthode et la clarté, l'auteur démontre les propriétés des sections coniques et des surfaces du second ordre, en ne se servant que des méthodes de la Géométrie descriptive, ou, en d'autres termes, de la méthode des projections.

2° **ADDITIONS AU COURS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE**; *démonstration nouvelle des propriétés des sections coniques*, 1 vol. in-4., avec un Atlas de 15 pl. 4 fr.

Ces *additions* forment la 3e partie du *Cours de géométrie descriptive.*

3° **DÉVELOPPEMENTS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE**, ouvrage servant de complément à tous les Traités de Géométrie descriptive publiés à ce jour, 2 vol. in-4., dont 1 de pl. 18 fr.

4° **COMPLÉMENTS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE**, ouvrage servant de complément à tous les Traités de Géométrie descriptive publiés jusqu'à ce jour, 2 vol. in-4., dont 1 de pl. Paris, 1845. 18 fr.

5° **APPLICATION DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE** aux ombres, à la perspective, à la gnomonique et aux engrenages, 2 vol. in-4., dont 1 de 58 pl. doubles, dont plusieurs coloriées ou à l'aqua-tinta. Paris, 1847. 42 fr.

6° **APPLICATION DE LA GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE** à la coupe des pierres et à la coupe des bois, 1 vol. in-4. et Atlas in-fol. (*En préparation.*)

LES COMPLÉMENTS ET LES DÉVELOPPEMENTS DE GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE, par M. Th. Olivier, forment deux ouvrages indépendants l'un de l'autre; ils renferment chacun des matières spéciales que n'a encore traitées aucun des auteurs qui ont écrit sur la géométrie descriptive.

Ces deux ouvrages complètent non-seulement le Cours de Geométrie descriptive par M. Th. Olivier, mais aussi tous les traités précédemment publiés sur cette partie de l'enseignement.

La géométrie descriptive, comme le démontrent ces ouvrages, peut souvent atteindre à la puissance de l'*analyse*. Elle y atteindra, *en général*, dans les questions où il s'agira de *la forme*, dans les problèmes *de relation de position*, et je serai bien trompé, dit l'auteur, si pour ces problèmes elle n'avait presque toujours un avantage sur l'*analyse*, en ce sens que ses démonstrations seront plus promptes et plus simples, et que les résultats seront obtenus dans des termes et sous des formes plus immédiatement applicables par les ingénieurs aux travaux d'art.

La géométrie descriptive peut acquérir *toute puissance* lorsqu'il s'agira des problèmes de relation de position; en ce sens elle n'est point bornée, et les efforts qu'elle fera dans cette direction seront toujours utiles.

PARIS. — Imprimé par E. THUNOT et Ce, 26, rue Racine.

SUR LES

CAVITÉS DITES PUITS NATURELS

ou orgues géologiques qui se rencontrent dans différentes formations calcaires ;

Par M. le professeur NOEGGERATH, de Bonn (traduit par M. Plisson).

On éprouve toujours une véritable joie à saisir la nature sur le fait et à lui surprendre les procédés mis en œuvre par elle pour produire des phénomènes dont l'origine n'était pas encore connue d'une manière satisfaisante. Aussi c'est avec plaisir que je rapporterai la découverte que je crois avoir faite au sujet de ces longs trous cylindriques ou tuyaux qui traversent verticalement la craie en face de Maestricht, et le calcaire grossier des environs de Paris, et qui ont déjà été assez souvent décrits sous le nom de puits naturels ou orgues géologiques. Je crois avoir, grâce au hasard, obtenu la clef de ces phénomènes, il m'a du moins été donné d'en rencontrer de tout à fait analogues à ceux-ci, et dans des circonstances qui ne laissent aucun doute sur leur origine et qui peuvent servir à expliquer avec la plus grande vraisemblance la manière dont se sont formées les cavités cylindriques dont nous venons de parler. Je commencerai par décrire ma découverte, et je passerai ensuite à un examen comparé des orgues géologiques ou puits naturels connus depuis longtemps.

Dans l'automne de 1844 on m'annonça à plusieurs reprises, d'Aix-la-Chapelle, que de nou-

velles sources thermales venaient d'être mises à jour dans des carrières près de Burtscheid, et que les eaux sortaient par des cavités existant dans le calcaire de transition. Je reçus également de M. V. Monheim, pharmacien, une caisse d'échantillons du terrain formant les parois de ces cavités. Ils consistaient partie en un calcaire gris-blanchâtre, terreux, schisteux et très-lamelleux, et remarquablement altéré; partie en fort belles stalactites mamelonnées, qui s'étaient introduites comme une formation plus récente dans les vides du calcaire rongé et les avaient recouverts.

Ce ne fut qu'au commencement de mai 1845 que je pus aller moi-même visiter la localité. Par malheur l'avancement des travaux avait déjà fait disparaître une bonne partie de ce que l'on pouvait voir dans les commencements. Voici ce que j'observai moi-même et ce que des communications dues à l'obligeance de M. Monheim m'apprirent plus tard :

Derrière la place qui précède la source chaude de Burtscheid employee comme boisson, s'élève une terrasse qui, jusqu'au sommet de son talus, peut avoir une vingtaine de pieds. Contre cette terrasse est adossé l'établissement de bains appelé Rosenbad. Immédiatement à côté de ce bâtiment et à une petite distance de la source minérale on a aplani le terrain, l'automne dernier, pour y élever une nouvelle construction. Pour cela, il a fallu entamer la terrasse, et l'on est arrivé bientôt au calcaire dévonien ou de l'Eifel, qui affleure dans la vallée de Burtscheid sur une étendue qui n'est pas très considérable.

Ces travaux de déblaiement avaient formé dans le calcaire une petite carrière; c'est là que l'on

rencontra les nouvelles sources. Lorsque je visitai les lieux, le point du niveau constant des sources était déjà entièrement dégarni de la masse calcaire qui le recouvrait précédemment. Les pierres avaient toutes été enlevées jusqu'à ce niveau, et les eaux thermales se tenaient dans les trous qu'elles avaient formés à une hauteur telle, qu'il n'était plus nécessaire que de creuser fort peu la pierre encaissante pour leur donner écoulement, opération nécessaire pour pouvoir déterminer l'abondance des sources. Immédiatement derrière elles s'elevaient encore les couches calcaires avec leurs sommets découpés; elles formaient une espèce d'escalier irrégulier, dont le point culminant se trouvait à 20 pieds environ au-dessus du niveau des sources.

Le calcaire dévonien (ou de l'Eifel) se présente ici, dans les points où il a conservé son état normal, avec tous ses caractères les plus habituels: ainsi il est très-solide, très-propre à être employé pour l'architecture, comme pierre de taille, et notamment pour encadrement de portes et de fenêtres. Il a une couleur grise assez foncée et est entremêlé d'un grand nombre de veinules de spath calcaire. L'inclinaison de ses couches est de 80° S.-E., et leur direction 4 heures (60° N.-E. — S.-O.). D'après la disposition de la carrière, elles se trouvaient plonger en sens contraire des gradins. Ce qui me frappa le plus au premier coup d'œil, ce furent des trous cylindriques à peu près verticaux, creusés en divers points dans les parois de la carrière. Je reconnus bientôt que les cavités remplies d'eau au sol de la carrière avaient absolument les mêmes formes que ces grands cylindres vides découpés dans les massifs supérieurs.

On pouvait, en tout, compter douze de ces trous sur une longueur de 25 pieds sensiblement parallèle à la direction des couches et sur une largeur de 6 pieds, de sorte qu'ils se trouvaient sur la ligne de coupure des têtes de couches. Au niveau des sources se trouvaient sept de ces trous remplis d'eau, cinq autres se montraient avec toutes les particularités de leur forme dans les couches plus élevées du calcaire, de sorte que le regard pouvait plonger profondément dans leur intérieur. Ces derniers étaient situés plus avant dans la roche et au toit des sources. Étaient-ils aussi remplis d'eau au niveau des sources? c'est ce qu'on ne pouvait voir. Probablement ils se trouvaient bouchés dans le bas, car on n'en voyait sortir aucune vapeur aqueuse. Peut-être même étaient-ils déjà fermés dans leur partie inférieure avant la découverte récente des sources. Ils ne descendaient pas tout à fait verticalement et présentaient sur leur hauteur plus d'une irrégularité et plus d'une courbure; cependant il était facile de remarquer qu'ils suivaient assez sensiblement dans leur allure principale l'inclinaison des couches du terrain, qui, comme nous l'avons dit, est fortement incliné et plonge au moins de 80°.

Ces trous étaient de différentes largeurs; l'un d'eux, situé dans la paroi de la carrière, avait pour section une courbe presque circulaire de 7 pouces de diamètre; d'autres, dans la paroi également, présentaient dans le haut un élargissement occasionné par les travaux dans la carrière; mais dans le bas ils avaient le même diamètre que les précédents, et leur section se rapprochait considérablement de la forme régulière du cercle.

Un de ceux remplis d'eau pouvait avoir 3 pieds de diamètre.

Après avoir déblayé la terre végétale et enlevé environ 2 pieds de calcaire, les ouvriers, ainsi qu'ils le racontent, aperçurent un dégagement de vapeurs aqueuses sortant d'une fente, et trouvèrent bientôt une ouverture qui probablement était l'extrémité supérieure d'un de ces trous cylindriques; ils y enfoncèrent une longue perche et atteignirent à 13 pieds le niveau de l'eau thermale. Les pierres détachées pendant le travail et tombées dans le trou peuvent fort bien l'avoir bouché au-dessous de ce niveau. Dans les commencements, les ouvriers pouvaient atteindre à 6 pieds et demi au-dessous de l'eau; plus tard, il n'était déjà plus possible à M. Monheim d'y enfoncer un bâton à plus de 3 pieds. Il est à regretter que l'on n'ait pas cherché à éviter la chute des morceaux de pierre et de terre dans ces trous et que l'on n'ait pas mesuré plus tôt la profondeur au moyen d'un fil à plomb. Il paraît que rien de tout cela n'a été fait, et ce ne serait plus guère possible maintenant.

Ce qu'il y avait de particulièrement intéressant, c'était l'altération éprouvée par le calcaire dans le voisinage immédiat des trous; des modifications semblables se montraient également, mais plus locales et moins prononcées, aux points de séparation des couches, dans toute l'étendue renfermant les cavités en question. Voici en quoi consistait cette altération du calcaire: les parois des tuyaux cylindriques étaient changées, sur une épaisseur moyenne de 6 pouces environ, en une masse terreuse, gris-blanchâtre, formant presque pâte avec l'eau; on remarquait les mêmes modifi-

cations aux deux parois des joints de stratification des couches qui, du reste, étaient à peine entr'ouverts.

L'altération atteignait son plus haut degré sur la face intérieure des tuyaux et sur les surfaces des points de stratification. A partir de ces points, elle allait toujours en diminuant, et la roche revenait par une transition insensible à sa nature normale, qui est le calcaire gris et solide. La masse terreuse se laissait diviser en feuillets très-minces, et cette propriété se perdait aussi peu à peu à mesure que le calcaire repassait à son état primitif. Dans l'intérieur même des tuyaux on apercevait des rayures qui correspondaient à cette schistosité et se dirigeaient parallèlement à la stratification du terrain. Ce calcaire, à l'état solide, ne présente pourtant pas de traces de schistosité, et celle-ci ne s'est développée que pendant la décomposition à laquelle la roche a été soumise, ou plutôt ce n'est que par là qu'elle est devenue sensible. En beaucoup de points des parois intérieures des tuyaux, la masse terreuse avait été rongée ou dissoute et les cavités irrégulières qui en résultaient étaient tapissées de jolies stalactites mamelonnées et complétement blanches de calcaire régénéré. Je les ai principalement observés sur des morceaux de roche détachés : ils se présentaient de préférence au-dessus du niveau actuel des sources, à une hauteur de quelques pieds, et ils y revêtaient la surface des tuyaux.

Qui pourrait, en présence de pareils phénomènes, douter que le tout : altération du calcaire, cavités cylindriques, incrustations de stalactites calcaires, ne soit dû à l'action des eaux minérales encore actuellement existantes?

Par la quantité considérable d'acide carbonique qu'elles renferment, ces eaux ont agi d'une manière dissolvante sur le calcaire; et sans aucun doute une analyse chimique de la masse terreuse et lamelleuse, comparée à celle du calcaire compacte, montrerait que dans la roche altérée une grande partie de la chaux carbonatée a disparu, tandis que les autres éléments, tels que l'alumine et la silice, sont devenus prédominants. A côté de cette action dissolvante de l'acide carbonique contenu dans l'eau et dans les vapeurs, il se peut que la haute température qui les accompagne n'ait pas été sans influence sur l'altération et la décomposition de la roche. Une action du même genre, mais d'une durée comparativement très-courte que j'ai observée avec mon ami M. G. Bischof (1), il y a quelques années, et justement aux eaux thermales de Burtscheid, mérite d'être rapportée ici.

Nous trouvâmes que les pierres de recouvrement de la source de l'Empereur, près d'Aix-la-Chapelle, et les canaux de Schwerdbad à Burtscheid qui sont en marbre blanc, avaient été changés par l'action continuelle des vapeurs aqueuses sur leur surface intérieure en une masse pâteuse qui se laissait entamer par l'ongle. Le percement de la pierre et sa décomposition telle que le montrent les tuyaux cylindriques peuvent avoir été opérés de haut en bas par la pression mécanique des sources. Il n'est pas impossible que jadis le niveau des sources de Burtscheid ne fût plus élevé que maintenant, et que l'eau ne se soit écoulée

(1) Voyez son Traité sur la chaleur intérieure du globe terrestre.

à une certaine époque par l'extrémité supérieure des tuyaux, c'est-à dire à 15 ou 18 pieds plus haut que le niveau actuel des eaux thermales dans cette localité. On n'a même pas besoin pour cette hypothèse d'admettre que la pression des eaux ait été jadis plus considérable que maintenant, ce qui toutefois pourrait bien avoir eu lieu. Si les nombreuses issues inférieures des sources de Burtscheid et du voisinage n'avaient pas été ouvertes comme elles le sont actuellement pour l'exploitation des eaux, il est évident que par cela seul ces dernières auraient dû être à un niveau plus élevé. Ceci admis, il n'est pas difficile de comprendre pourquoi les tuyaux vont jusqu'à la surface du sol; mais même sans cette hypothèse, les phénomènes pourraient peut-être s'expliquer par l'action des gaz et des vapeurs aqueuses. La présence du calcaire régénéré apparaissant en stalactites dans les tuyaux ne demande aucune explication particulière; l'origine de ce phénomène est trop généralement connue et trop visible dans ce cas-ci.

Dans peu de temps, il ne restera plus rien, dans cette localité, de ce que nous venons de décrire: la place va être aplanie, et une maison de bains couvrira ces phénomènes géologiques, qui déjà, par l'avancement des travaux, deviennent de plus en plus difficiles à observer.

Il n'est pas invraisemblable que les ouvertures naturelles des sources minérales d'Aix et de Burtscheid qui se trouvent dans le calcaire n'affectent une forme semblable; mais elles sont à l'abri de nos investigations, soit parce qu'elles sont recouvertes de constructions, soit parce que les eaux sont retenues au-dessus d'elles dans de grands bassins artificiels,

soit enfin parce qu'elles sont remplies de débris de pierres à travers lesquels l'eau et les gaz se frayent un chemin pour arriver à la surface. J'ai trouvé à Burtscheid une ancienne maison dont les pierres de maçonnerie présentent à leur surface des stalactites semblables à celles mentionnées plus haut. Probablement elles proviennent d'une de ces cavités cylindriques et auront été extraites jadis dans une semblable occasion, à la construction d'une maison de bains.

Les orgues géologiques de Maestricht, que l'on peut comparer à ces tuyaux, quoiqu'elles se présentent dans une formation bien plus moderne, la craie tufau, ont été complétement passées sous silence par Faujas de Saint-Fond, auquel nous devons un magnifique ouvrage sur le Petersberg de Maestricht (1). La première description que nous en ayons est due à Mathieu dans ses notices sur les orgues géologiques de la colline de Saint-Pierre près de Maestricht (2). C'est aussi lui qui leur a donné ce nom bizarre; les mineurs du Petersberg les appellent *pipes de terre* (aer de pypen). Gillet de Laumont établit des comparaisons entre ces phénomènes et d'autres semblables observés depuis longtemps dans le calcaire grossier du bassin de Paris, où ils sont appelés *puits naturels*. Il cherche à former sur leur origine une théorie dont je parlerai plus loin (3). Clère dans son mémoire intitulé : *Notices géologiques sur l'espèce et la nature du terrain des environs de*

(1) Histoire naturelle de la montagne de Saint-Pierre de Maestricht. — Paris, an VII de la république.

(2) Journal des Mines, n° 201, septembre 1813, p. 197.

(3) Journal des Mines, n° 201, p. 202.

Maestricht, a complété, il est vrai, la description des orgues géologiques; mais il y a ajouté des inexactitudes et des erreurs (1). Après lui, Bory de Saint-Vincent a donné dans son ouvrage. un peu trop riche d'imagination, sur le Petersberg (2), la description détaillée et le dessin des orgues géologiques. Il s'est laissé aller à reproduire avec plus de détails encore les idées géologiques de Gillet de Laumont, sans être, suivant moi, plus heureux sous ce rapport que son devancier.

J'ai visité moi-même le Petersberg plusieurs fois, et en dernier lieu, il y a une vingtaine d'années, avec mes deux amis MM. d'Œynhausen et de Dechen. Dans une notice qui avait pour but la partie technique de l'exploitation des carrières, ils ont décrit, mais d'une manière abrégée, les orgues géologiques (3). Les communications suivantes sont le résultat des comparaisons que j'ai établies entre tous les documents ci dessus mentionnés et mes propres observations à l'époque de mes visites au Petersberg; visites que j'aurais désiré pouvoir renouveler encore une fois.

La craie tufau de Maestricht, qui, d'après les examens les plus récents et les plus complets de ses restes organiques, ne peut être séparée comme terrain à part de la craie blanche des autres contrées, mais doit être rattachée géologiquement à cette formation, se divise en deux systèmes de

---

(1) Journal des Mines. n° 214, octobre 1814, p. 241.

(2) Voyage souterrain, ou description du plateau de Saint-Pierre de Maestricht et de ses vastes cryptes; par le colonel Bory de Saint-Vincent. Paris, 1821.

(3) Archives de Karsten. Tome XI, 1826, p. 200.

bancs qui ne diffèrent pas d'une manière bien tranchée. Le système supérieur forme la roche dans laquelle se trouvent les vastes carrières souterraines du Petersberg, ainsi que celles de Fauquemont et de quelques autres localités des environs. Le tuf crayeux ou craie tufau a une couleur jaunâtre et une structure grenue, tendre et vraiment de tuf. Il s'y trouve des couches composées tout entières de fragments de coquilles, coraux et échinides agrégés ensemble; c'est là que se présentent les pierres à feu noirâtres des bancs supérieurs; elles gisent isolées et espacées sous la forme de tubercules et de rognons, elles ne se trouvent jamais réunies en couches. Au contraire, le massif inférieur peut être considéré comme commençant là où l'on trouve des lits compactes de pierres à feu, dont les premières, celles de la partie supérieure, sont encore noirâtres, mais qui prennent peu à peu en descendant une teinte plus claire.

En même temps qu'apparaissent les couches de silex, le tuf perd sa texture grenue et il est remplacé peu à peu par une véritable craie blanchâtre et impure. La transition entre les deux massifs a lieu d'une manière si insensible que cette division ne peut être guère considérée que comme artificielle (1).

La surface est recouverte, par endroits, d'une alluvion composée de galets quartzeux et de sable. Sur la montagne on ne trouve guère qu'un sable fin provenant du tuf désagrégé.

---

(1) Voyez Dumont. Mémoires sur la constitution géologique de la province de Liége. Bruxelles, 1832, p. 314 et suiv.

Il est nécessaire pour comprendre la description des orgues géologiques donnée par Clère de se rappeler qu'il classe la formation du Petersberg, sans tenir compte de l'alluvion qui le recouvre, en trois systèmes : le premier étage comprend les couches de tuf crayeux riches en fossiles ; le deuxième se compose de la pierre de Maestricht proprement dite avec rognons de silex ; et la troisième, des couches crayeuses avec lits de silex.

Cette description aurait besoin de plusieurs additions et rectifications. D'abord je suis complétement convaincu que la deuxième espèce de cavités n'existe pas telle que Clère l'a dépeinte, et que ses assertions à cet égard ne reposent que sur des erreurs, comme je l'ai déjà dit plus haut d'une manière générale. Je reviendrai tout à l'heure sur ce sujet.

Ce que dit Clère de la longueur des cavités ne doit naturellement s'entendre que de celles de la première espèce, les orgues géologiques. Dans ces paroles il n'est qu'obscurément indiqué que la longueur de 10, 40 et 60 mètres qu'il donne aux tuyaux ne s'applique qu'à l'épaisseur du banc qui va depuis les travaux souterrains, où les tuyaux sont recoupés, jusqu'à la superficie de la montagne, point qu'ils atteignent tous. Dans ces données on ne trouve donc rien touchant la longueur des tuyaux, à moins que l'on ne veuille admettre l'assertion énoncée plus bas par l'auteur, d'après laquelle les tuyaux s'arrêteraient à peu près à l'extrémité du second étage.

Bory de Saint-Vincent (1) dit que les ouvriers

(1) Ouvr. déjà cité, page 149.

carriers admettent que les tuyaux non-seulement traversent la pierre de Maestricht (deuxième banc), mais même se prolongent jusque dans les couches de silex du troisième étage : ce qui, au Petersberg, correspond à un niveau inférieur à celui de la Meuse. Cette opinion a conduit Bory de Saint-Vincent, dans son profil en grande partie imaginaire du Petersberg, à prolonger les orgues géologiques jusque-là. Mais cette hypothèse ne peut pas plus que celle de Clère être corroborée par l'observation; car en aucun point on ne fait de travaux souterrains inférieurs au second massif, qui est seul utilisable. Bory de Saint-Vincent rapporte même qu'il n'a jamais observé les tuyaux en question dans les affleurements au jour du troisième étage au-dessous des lits de silex; ce qui peut du reste être dû au hasard, car les orgues géologiques, quoique très-nombreuses, ne se trouvent pas partout. En tout cas ce fait parlerait plutôt en faveur de l'hypothèse de Clère. Une chose certaine, c'est que les tuyaux descendent au-dessous du sol des travaux; mais c'est aussi tout ce que l'on sait à ce sujet. Il n'y a donc aucun motif d'admettre qu'ils finissent dans la pierre de Maestricht, c'est-à-dire dans le deuxième massif.

Je ne connais pas au juste la puissance des deux massifs supérieurs, mais je crois qu'on peut l'estimer à 250 pieds. Du côté de la théorie rien ne s'oppose à ce que les tuyaux ne descendent encore plus bas à travers la masse crayeuse, et même à travers d'autres formations inférieures, et quant à l'observation elle est tout à fait insuffisante ici pour combattre cette hypothèse.

La largeur des tuyaux varie dans des limites plus étendues que Clère ne l'indique. Bory de

Saint-Vincent (1) l'établit entre 2 ou 3 mètres et 4^{m},50, et il ajoute que le plus grand nombre des tuyaux avaient de 1 à 2 mètres de largeur, et que ceux de 4 mètres de diamètre étaient fort rares. Ceci s'accorde aussi avec mes observations.

Quant à leur forme, je ne puis, en présence des nombreuses irrégularités qu'offrent leurs contours, l'appeler cylindrique que d'une manière générale. Ils ne sont pas toujours complétement verticaux, mais présentent assez souvent une légère inclinaison; quelques-uns même offrent de faibles courbures sur leur hauteur. Des élargissements et des rétrécissements dans leur diamètre sont aussi assez fréquents, et souvent les sections perpendiculaires à leur axe forment des courbes qui s'éloignent d'une manière notable du cercle: quelques-uns cependant montrent une telle régularité qu'on croirait voir des puits creusés par la main de l'homme.

Outre cette forme cylindrique, Clère en fait encore mention d'une qui offre l'aspect de cônes très-allongés, et c'est même la seule admise par Bory de Saint-Vincent.

Ce savant a même, sur les dessins qu'il donne d'une partie de Petersberg, assigné aux tuyaux une forme telle qu'ils se terminent en pointe par en bas. Cette forme conique ne provient nullement d'observations immédiates, mais n'a été adoptée dans la description et dans les dessins que par suite d'hypothèses géologiques, dont je parlerai plus bas. Naturellement cette terminaison en pointe n'a été aperçue par personne; ce n'est même que dans les parties supérieures des tra-

(1) Ouvr. déjà cité, p. 150.

vaux que l'on peut voir, et encore par parties seulement, les longs tuyaux. En ces points on serait, il est vrai, à même de remarquer leur rétrécissement progressif, s'ils avaient une forme complétement régulière; mais comme la plupart présentent toutes sortes d'irrégularités, rétrécissements, renflements, courbures, etc., il ne peut vraiment pas, sur une aussi petite hauteur, être question de cette forme conique.

En somme, l'impression qui résulte, pour l'observateur, de la comparaison d'un grand nombre de ces tuyaux est que la forme cylindrique domine; et si l'on examine bien tous ceux qui paraissent affecter la forme conique, on verra que le nombre de ceux qui se rétrécissent par en haut est égal au nombre de ceux qui s'amincissent en profondeur. Ce ne sont tout simplement que des altérations locales de leur forme dominante, le cylindre, et la forme conique n'est ici purement qu'un accident. En effet, Mathieu, dont la notice est antérieure aux élucubrations de Gillet de Laumont, ne parle que de trous cylindriques, et de même MM. d'OEynhausen et de Dechen ne font mention que de cylindres.

Voici en quoi consiste l'hypothèse de Gillet de Laumont que nous avons plusieurs fois mentionnée : il admet que les espèces d'entonnoirs sont dus à des courants ou même à des chutes d'eau qui ont opéré de haut en bas une action dissolvante et mécanique sur la roche calcaire. A l'appui de son opinion, il cite : le calcaire de Trieste et de Fiume, où se présentent des entonnoirs renversés, le gouffre du lac Zirknitz, la chute d'eau de Saint-Tuery, près d'Alby (Tarn), qui a creusé dans le schiste quartzeux une foule de petits trous verti-

caux de 5 décimètres de large sur 3 à 4 mètres de profondeur, et enfin les larges puits, comme il les appelle, qui existent, suivant la description de Maclure, dans le fleuve Saint-Laurent, entre les lacs Erié et Ontario, et qui auraient été formés successivement par la chute du Niagara, à mesure qu'elle s'est reculée. Suivant moi, il faut un grand effort d'imagination pour vouloir identifier des effets de ce genre avec les orgues géologiques qui sont très-étroites et infiniment plus profondes, et pour vouloir leur attribuer une origine commune.

On pourrait dire bien des choses au sujet de la différence qui existe entre ces deux sortes de phénomènes; mais elle est aussi facile à saisir que la ressemblance complète des orgues géologiques avec les tuyaux cylindriques qui, à Burtscheid, ont été formés de bas en haut, dans le calcaire dévonien, par l'action des eaux minérales. Aussi je m'abstiendrai de nouveaux développements sur ce sujet. Personne, après avoir examiné les orgues géologiques d'un œil attentif, ce que Gillet-Laumont n'a probablement pas fait, n'ira s'aviser de comparer ces longs tuyaux cylindriques avec les phénomènes que présente le calcaire de Krain et de Dalmatie, qui lui aussi est percé de nombreuses cavités en forme d'entonnoirs, par où sortent subitement des courants d'eau. Pourtant Bory de Saint-Vincent, entraîné par une trop riche imagination, a non-seulement adopté l'hypothèse si peu naturelle et si forcée de Gillet de Laumont, mais il a même trouvé, dans une expérience bizarre que je dois rapporter par curiosité, de nouveaux témoignages en faveur de cette idée.

Après avoir coupé dans un pain de sucre un

morceau parallélipipédique, il suspendit au-dessus plusieurs tubes de verre, dont il avait élargi, au chalumeau, l'ouverture en forme d'entonnoir, et laissa couler de l'eau goutte à goutte sur ce morceau. Le sucre se fondit peu à peu; il se forma de petits trous cylindriques, accompagnés de courbures, et revêtus à l'intérieur d'une surface raboteuse qui durcit par la cristallisation; bref il reproduisit des orgues géologiques en miniature.

N'aurait-ce pas l'air d'une ironie que de demander si la théorie de Gillet de Laumont a encore besoin d'autres preuves? Quant à moi, je ne la combattrai pas. Mon opinion au sujet des orgues géologiques a été posée d'une manière bien tranchée au commencement de ce mémoire.

De la théorie je retourne à la description des orgues géologiques. Elles sont réparties dans le Pétersberg d'une manière très-inégale : quelquefois, sur de longues étendues, on n'en rencontre que peu ou point, d'autres fois elles se trouvent réunies en grand nombre les unes près des autres, même dans certains cas comme des arbres qui ont crû accolés les uns aux autres. Il arrive alors qu'ou bien elles restent ainsi juxtaposées sur toute l'étendue visible de leur parcours, ou qu'elles se séparent au moyen de légères déviations. Les parois sont généralement raboteuses et inégales, la plupart du temps recouvertes d'un enduit ferrugineux, brun clair et fortement adhérent, qui est formé de stalactites de chaux carbonatée. Elles ne sont jamais vides, mais toujours remplies de débris de tuf crayeux, tels qu'on en trouve à la surface du Pétersberg, et de galets roulés de quartz qui recouvrent, comme alluvions, le plateau. Ces substances

s'y rencontrent, la plupart du temps, sans aucune adhérence entre elles et sans être réunies par un ciment quelconque; d'autres fois elles sont retenues ensemble par un ciment calcaire, et il arrive même qu'elles acquièrent par là la solidité d'un véritable conglomérat. Lorsque des tuyaux contenant ainsi des matières désagrégées viennent à être recoupés par les travaux souterrains, tout leur contenu descend à la fois comme le sable s'écoule d'un sablier; si on examine alors le contenu en entier, on observe une chose très-remarquable, c'est qu'il est mélangé de terre végétale noirâtre, qui s'y trouve même quelquefois en gros morceaux et en blocs considérables. Elle ne fait nullement partie du contenu primitif des tuyaux; mais ceux-ci, en se vidant jusqu'à la surface, forment un canal par lequel la terre arrive jusque dans les carrières.

C'est absolument de la même manière que s'explique la présence des dents de mammifères appartenant à des espèces encore vivantes (bœuf, brebis, chèvre, chien, cochon, cheval), que Van Hees a trouvées en 1829 au milieu de détritus de craie, dans un pilier du Pétersberg, à 80 pieds au-dessous de la surface. Les communications postérieures de Van Hees et Van Breda ne paraissent laisser aucun doute à cet égard.

L'écoulement des matières dont les tuyaux étaient remplis produit, à la surface, des trous coniques qui offrent quelquefois l'apparence complète de puits éboulés, et, quand les tuyaux sont très-larges, les éboulements qu'ils occasionnent sont si considérables qu'on est obligé, par mesure de sûreté, de les entourer d'une rangée de piquets. Il n'est pas rare que les orgues, quand on les re-

coupe, se vident tout d'une seule fois, et si soudainement que les ouvriers sont exposés à de grands dangers, et que tout le chantier se trouve recouvert de débris de pierres. D'autres fois l'écoulement n'a lieu qu'à différents intervalles suivant que la masse intérieure a acquis plus ou moins de cohésion, ou a été cimentée avec les stalactites calcaires, et quand le degré de consistance est assez fort, les tuyaux restent bouchés. Nous avons déjà dit que les orgues géologiques se rencontrent plus agglomérées sur certains points; on a voulu voir une preuve de cette distribution dans la disposition que présentent à la surface les éboulements qu'elles ont occasionnés, lesquels, au Pétersberg, sont réunis en cinq ou six groupes. Cependant ce n'est pas une preuve très-décisive d'une plus grande abondance sur ces points, car les travaux souterrains les plus développés correspondent justement à ces mêmes points, et il est évident que les éboulements sont causés par les travaux qui en recoupant les tuyaux leur permettent de se vider. Dans plusieurs endroits où les tuyaux débouchés percent la couronne des galeries, on peut apercevoir le jour à travers. Les ouvriers cherchent, autant que possible, à éviter et à contourner ces tuyaux. Lorsqu'ils ne tombent pas en plein sur les galeries, mais sont recoupés par les parois, on les bouche quelquefois avec de la maçonnerie, afin de retenir les matières qu'ils renferment et prévenir les dégâts qu'ils occasionneraient dans la carrière. Le dessin formé par l'intersection des orgues avec les parois de la carrière présente quelquefois l'aspect de larges cannelures verticales, et ressemble assez aux vides qui se trouvent le long des arbres pétrifiés après qu'une partie de la matière en a disparu.

Il est très-naturel que les orgues géologiques, qui s'éloignent de tant de manières diverses de celle d'un cylindre vertical, présentent sur les parois qui les recoupent toutes sortes de figures et de dessins. C'est là ce qui a trompé Clère, et lui a fait croire qu'outre les tuyaux cylindriques il existait, dans la pierre de Maëstricht, une seconde espèce de cavités polymorphiques qu'il appelle horizontales. La terre végétale qui fait partie de leur contenu et qui ne peut être regardée, d'après la description de Clère, que comme entièrement englobée dans le tuf crayeux, aurait dû l'amener à une investigation plus attentive : alors il aurait reconnu son erreur au sujet de ses cavités horizontales.

M. de Bonnard fait aussi mention, mais d'une manière tout à fait générale, des cavités tubulaires qui se présentent dans le terrain de craie d'Angleterre. Je ne me rappelle aucune notice sur ce sujet.

Les tuyaux cylindriques du calcaire grossier de Paris avaient déjà été décrits avant ceux de la craie tufau.

Héricart de Thury mentionne la présence des tuyaux cylindriques dans la roche où sont creusées les catacombes de Paris. Il les appelle *puisards*, *puits* et *gouffres*. Bory de Saint-Vincent rappelle aussi qu'on les rencontre dans les carrières des environs de Paris, et qu'on les y nomme *fontis*. Bosc a trouvé les puits naturels dans les anciennes carrières de Vissegnecourt, à 5 kilom. de Prémontré, sur la lisière de la forêt de Saint-Gobin (Aisne). Ils traversent un banc de calcaire grossier marin, et sont ou verticaux, ou fortement inclinés. Leur diamètre est de 1 mètre et même

de $1^m,20$, leurs parois sont lisses; ils sont remplis d'une terre argileuse de même nature que celle qui compose les couches dont le banc calcaire est recouvert. Enfin de Léonard a reproduit la lithographie d'un dessin fait par Passy, et qui représente le profil d'un puits naturel de forme irrégulière trouvé dans la carrière de Duclair, près de la Seine. On dirait un dessin tiré du Pétersberg et même de la carrière de Burtscheid, si la stratification à peu près horizontale des couches n'y était pas indiquée.

Voilà, à ma connaissance, toutes les descriptions d'orgues géologiques et de puits naturels de la craie et du calcaire grossier, auxquels les tuyaux cylindriques du calcaire dévonien (ou de l'Eifel), à Burtscheid, peuvent se rattacher sous tous les rapports. Les seules différences entre eux, c'est que les premiers sont presque toujours pleins, et les seconds toujours vides, et que ceux-ci sont faciles à reconnaître pour les conduits verticaux de sources minérales, qui chez ceux-là n'existent plus. C'est justement cette double différence qui devait par un examen réciproque conduire à l'éclaircissement des faits.

Si des corps terreux, des morceaux de roches, du sable pénètrent d'une manière quelconque dans les trous de sources de Burtscheid, ils sont bientôt dissous et décomposés par l'action chimique et mécanique des eaux, et sont ensuite rejetés au jour par quelque autre orifice de sortie. En tout cas les eaux se feront toujours, à travers ces matières désagrégées, la place qui leur est nécessaire. Les sources qui peuvent avoir pour issue les tuyaux existant dans la craie tufau et le calcaire grossier appartenaient à une époque ancienne. Cette hypo-

thèse n'a rien de forcé, et nous pouvons, par analogie avec tant de phénomènes géologiques si généralement répandus, l'admettre sans difficulté. L'action de ces eaux a cessé depuis longtemps; c'est ce que prouvent les faits observés par Cuvier et Brongniart dans le calcaire grossier de Saint-Denis. Si maintenant des débris de roches de quelque sorte que ce soit, tuf, galets, sables, argile, etc., sont tombés dans les canaux de ces anciennes sources, ils ont dû y rester et former la masse de remplissage que nous y trouvons encore. Les sources n'existant plus n'ont pu exercer leur influence destructive et désagrégeante sur eux. Les puits naturels ont donc dû rester pleins. Les stalactites calcaires auxquelles passent les parois des tuyaux peuvent aussi indiquer la présence d'anciennes sources; peut-être même l'agglutination de la masse intérieure, au moyen des stalactites calcaires, est-elle un dernier écho de l'action de ces sources. Il ne serait même pas impossible que les orgues géologiques étant venues à se remplir d'une manière subite et en totalité, ne se soient trouvées complétement bouchées dans la profondeur.

Ce n'est, il est vrai, qu'un petit phénomène géologique que j'ai essayé, un peu longuement, de décrire et d'expliquer; si j'y ai réussi, le but de ce travail se trouvera rempli, et peut-être que le lecteur voudra bien excuser la longueur des détails, qui m'ont paru nécessaires pour pouvoir apprécier d'une manière convenable les observations faites précédemment sur le même sujet.

SUR LE

POUVOIR MAGNÉTIQUE

Des roches.

Par M. A. DELESSE, ingénieur des mines.

(SUITE *.)

Le pouvoir magnétique des roches a été déterminé d'après la méthode décrite antérieurement pour les minéraux (*a*), c'est-à-dire qu'on a recherché le poids de ces roches réduites en poudre de même grosseur qui adhérait à une surface constante d'un aimant puissant; seulement à cause de la présence accidentelle du fer oxydulé, on a eu soin, pour obtenir des résultats comparables entre eux, d'opérer toujours sur un même poids: ce poids de 10 grammes pour toutes les roches était d'ailleurs supérieur à celui du fer oxydulé pur qui aurait adhéré à l'appareil employé.

ROCHES NON STRATIFIÉES.

Roches non stratifiées.

Roches volcaniques.

Presque toutes les roches volcaniques modernes provenant soit des volcans en activité, soit de volcans éteints ont un pouvoir magnétique élevé: elles le doivent surtout au fer combiné dans le silicate qui forme leur pâte, et c'est seulement dans quelques cas qu'elles contiennent du fer oxydulé.

Les résultats obtenus pour ces roches sont donnés par le tableau suivant :

* Voir Ann. de ch. et de phys. 1849, t. XXV, p. 194.— Annales des mines, 4e série, t. XIV, p. 81.—*Id.*, p. 429.

(*a*) Annales des mines, 4e série, t. XIV, p. 429.

Roches volcaniques (a).

LAVES ANCIENNES ET MODERNES, TRACHYTES.

1. *Trachyte* (464) poreux, grisâtre clair. Des carrières d'Heisteibach, dans le Siebengebirge.	1.200
2. *Lave* trachytique, gris-violâtre, celluleuse, avec quelques petits cristaux blancs paraissant être du labrador et de rares paillettes de mica brun-rouge : elle était employée autrefois pour les trottoirs de Paris. De la coulée de Volvic (Puy-de-Dôme).	1.150
3. *Tuf* volcanique, brun-noirâtre, avec cristaux de labrador vitreux et un peu de mica brun de tombac. De Gensano, près de Rome.	990
4. *Lave* (451), gris-violâtre pâle, contenant de l'augite vert-bouteille, et plus rarement du péridot. De la Scala, près Portici, aux environs de Naples : elle provient sans doute de l'éruption du Vésuve.	875
5. *Lave* grise, celluleuse, rude au toucher, avec quelques cristaux imparfaits d'augite et de labrador : elle paraît être une variété de (2).	860
6. *Lave* (454) brun-violâtre, avec labrador vitreux et quelques paillettes de mica brun de tombac foncé. — De la coulée de lave Arso produite par l'éruption de 1302. . . . . . À Ischia,	830
7. *Lave* noire foncée, très-légèrement celluleuse, dans laquelle il y a quelques cristaux maclés qui paraissent être du labrador. — Recueillie par M. Descloiseaux (*b*) à la coulée de 1845. À l'Hécla.	765
8. *Peperino* bréchiforme, à pâte gris-verdâtre sale, contenant de l'amphigène blanc, de l'augite, du mica tombac, etc. Il est employé pour les constructions à Rome.	675
9. *Lave* à cellules très-allongées ; sa pâte, dont la cassure est un peu vitreuse, renferme des cristaux blancs feldspathiques. De la coulée de 1773, au Vésuve.	625
10. *Lave* trachytique grise, à cellules très-petites : elle contient quelques rares cristaux d'augite noir, et elle est imprégnée de fer oligiste. . . . . . Du Puy-de-la-Vache (Auvergne).	605
11. *Lave* très-celluleuse, noirâtre, devenant brune par altération : elle contient des cristaux d'anorthite, quelques grains de péridot et plus rarement de l'augite. Des éruptions anciennes de l'Hécla.	560
12. *Trachyte* (460) gris-blanchâtre, devenant jaune par altération ; il est pauvre en feldspath et il renferme 0,002 de fer oxydulé titané. Il perce le Rothliegende à Sporneiche, près d'Urberach, dans le N.-E. de l'Oldenwald (Hesse).	560

(*a*) Les numéros entre parenthèses qui suivent la désignation de certaines roches sont ceux du Catalogue de la Collection de Roches du *Comptoir de minéraux de Heidelberg*, dans lequel les roches sont classées d'après les leçons de M. le professeur K. C. de Léonhardt. Sous un petit nombre d'échantillons déterminés avec soin et rangés d'une manière méthodique, cette collection présente les types principaux des Roches dont le gisement a été le mieux étudié et elle m'a été extrêmement utile pour les recherches qui vont être développées dans ce mémoire.

(*b*) Les roches de l'Hécla, desquelles il sera fait mention dans ce travail, ont été recueillies par mon ami M. Descloiseaux dans son dernier voyage en Islande.

13. *Lave* scoriacée très-caverneuse, noire, parsemée de petits grains blancs feldspathiques, avec quelques lamelles d'augite.	465
14. *Lave* (453) trachytique grisâtre, un peu caverneuse, avec cristaux maclés de feldspath vitreux et 0,043 de fer oxydulé titané. . . . . Du monte Olibano, près de Naples.	350
15. *Tuf* bréchiforme, brun tirant sur le rouge lie-de-vin, avec fragments contenant des cristaux imparfaits d'amphigène et quelques lamelles d'augite : il est en voie de décomposition, et il est employé comme pouzzolane. Des volcans éteints de Ronciglione, près de Viterbe.	50

LAPILLI, BOMBES.

16. *Lapilli* (455) en fragments de lave scoriacée, d'un vert-de-bouteille foncé, ayant une pâte vitreuse homogène, pénétrée par une multitude de petites bulles, et contenant accidentellement des paillettes de mica brun de tombac comme celui des laves. De l'éruption qui eut lieu le 1er avril 1835 au Vésuve.	910
17. *Cinérite* (457) en poussière fine, gris-violâtre, contenant des petits fragments de lave scoriacée et des parties feldspathiques : elle forme une couche d'épaisseur variable au-dessous de cailloux roulés et elle est recouverte par la coulée de lave de Pariou. De Durtol, près Clermont (Puy-de-Dôme).	890
18. *Lapilli* (456) ou fragments de lave scoriacée vert-noirâtre, formant des assises assez puissantes au pied du Puy-de-Dôme.	830
19. *Bombe volcanique* très-allongée, à pâte noire vitreuse, avec petits cristaux blancs feldspathiques.	1.700
20. *Bombe volcanique* en sphéroïde aplati, à pâte noire scoriacée, très-caverneuse, dans laquelle se trouvent de gros cristaux d'augite.	695
21. *Bombe volcanique* très-allongée, à pâte brun-rougeâtre lie-de-vin, pénétrée par une multitude de petites cellules; elle contient quelques cristaux d'augite. . . . . . . D'Auvergne.	195

PERLITE, OBSIDIENNE, PONCE, TRASSOÏTE.

22. *Perlite* gris-noirâtre, composée de petits noyaux irréguliers agglutinés entre eux.	93
23. *Obsidienne* noir foncé et irisée, formant une lave vitreuse dans laquelle se trouvent des cristaux de ryacolithe. Du Vésuve.	205
24. *Obsidienne* vitreuse d'un beau noir.. . . . . De l'Hécla.	50
25. *Ponce* brun clair, formant des veines qui alternent avec des veines d'obsidienne noire. Des volcans éteints de Ronciglione.	30
26. *Obsidienne* noire un peu grisâtre, à cassure perlée : dans certaines parties, elle est accompagnée de ponce, à laquelle elle passe. . . . . Du Vésuve.	19
27. *Trassoïte* (475) gris-brunâtre clair, avec fragments de ponce, mica et 0,006 de fer oxydulé. Des environs d'Andernach.	245
28. *Trassoïte* (476) grisâtre, avec empreintes de feuilles et charbon de bois. . . . . De Brohlthal (Prusse rhénane).	185
29. *Tuf volcanique* (471) grisâtre, à grain fin, contenant très-peu de fer oxydulé titané : il accompagne les roches basaltiques des environs de Mayen. . . . . (Eifel).	160

Lave et tracythe. Dans les *laves*, et surtout dans les *trachytes*, le pouvoir magnétique ne varie pas toujours dans le sens de la richesse en fer; ainsi il n'est pas le plus grand dans celles de ces roches qui contiennent du fer oxydulé ou dans celles dont la couleur est la plus foncée qui sont ordinairement celles dans lesquelles il y a le plus de fer, car le *trachyte* (1) d'Heistelbach, pour lequel j'ai trouvé le pouvoir magnétique le plus élevé, avait une couleur grisâtre pâle et ne contenait d'ailleurs pas de fer oxydulé : en général on voit d'après le tableau précédent que les *trachytes* (1) et (12) ainsi que les *laves trachytiques* (10) et (14) ne sont pas moins magnétiques que les *laves*, et que les *laves*, tant *anciennes* que *modernes*, ont à peu près le même pouvoir magnétique.

Le pouvoir du tuf (15) de Ronciglione est seulement de 50, mais ce tuf, qui est employé comme pouzzolane, est fortement décomposé ; j'ai d'ailleurs constaté qu'une lave d'Auvergne scoriacée, d'une couleur jaunâtre pâle et contenant de beaux cristaux de fer oligiste, était à peine magnétique, ce qui doit être attribué à ce que le fer de sa pâte avait été presque complétement dissous par des vapeurs d'acide hydrochlorique.

On voit que d'après mes expériences, le pouvoir magnétique moyen des *laves anciennes* et *modernes*, aussi bien que celui des *trachytes*, est presque toujours inférieur à 1500 et supérieur à 350, mais que le plus généralement il varie de 900 à 600.

Lapilli et cinérites. Les *lapilli*, les *cinérites* (16), (17) et (18) ont un pouvoir magnétique qui ne diffère pas de celui des *laves*, et il devait en être ainsi, car ces roches ne sont que des laves à un état de division plus ou moins grand.

Bombes. Quant aux *bombes volcaniques* (19), (20) et (21),

leur pouvoir paraît varier dans des limites plus étendues; d'après la forme aplatie qu'elles ont prise en tombant, ces bombes ont dû être lancées par le volcan lorsqu'elles étaient encore à l'état liquide ou pâteux; elles se sont refroidies d'une manière brusque et elles sont en partie à l'état de verre, il n'est donc pas étonnant que leur pouvoir s'élève jusqu'à 1700 comme cela a eu lieu pour la bombe volcanique (19) et que ce pouvoir soit très-variable.

La *perlite* (22) est peu magnétique ; du reste elle ne renferme guère plus de 2 p. o/o de fer (*a*). Perlite.

L'*obsidienne* (23) a un pouvoir de... 205, mais elle n'est pas pure et on y observe des cristaux de feldspath.

Dans les *obsidiennes* bien caractérisées telles que (24) et (26), ainsi que dans la *ponce* (25), le pouvoir magnétique est faible et ne dépasse pas 50. Obsidienne.

La *ponce* (469)* en galets, d'Aich, près d'Andernach, n'est pas sensiblement magnétique, quand on en a extrait quelques grains de fer oxidulé qui l'accompagnent; le tuf trachytique (470)*, de Dollendorf dans le Siebengebirge, est aussi à peine magnétique; du reste la quantité de fer en combinaison dans l'*obsidienne* et dans la *ponce*, est quelquefois très-petite et généralement elle est au plus de quelques centièmes. Ponce.

Les *trassoïtes* (27), (28) et (29) sont beaucoup plus magnétiques que les ponces, ce qui doit être attribué à ce que leur teneur en fer est plus grande; car, d'après une analyse d'Ilgner (*b*), le Trassoïte.

(*a*) Rammelsberg. Handworcterbuch, etc., p. 45.

(*b*) Rammelsberg, IIe Suppl., p. 84.

* Ces numéros entre parenthèses sont les numéros d'ordre que portent les Roches dans le Catalogue de la Collection de Roches du *Comptoir de minéraux de Heidelberg*.

trassoïte d'Andernach contient 12 p. o/o d'oxyde de fer, c'est-à-dire presque autant que les laves modernes dans lesquelles il n'y en a guère plus de 15 p. o/o et qui sont cependant plus magnétiques.

Les *trassoïtes*, les *perlites*, et surtout les *ponces*, sont bien moins magnétiques que les autres roches volcaniques, avec lesquelles on les trouve associées.

Roches Basaltiques, Mélaphyres, etc.

BASALTES.	
1. ***Basalte*** (480) noirâtre, avec de nombreux cristaux d'olivine. Il traverse le gneis d'Auerbach, dans la Hesse.	2.550
2. ***Basalte*** noir-grisâtre, avec beaucoup de petits grains d'olivine. Dans certaines parties l'échantillon présente une brèche formée par des fragments basaltiques. De la côte d'Essey (Meurthe).	2.100
3. ***Basalte*** (482) noirâtre, avec petits grains d'olivine : il a une structure prismatique bien caractérisée. — Il sort du grès bigarré. . . . . . Au mont Calvaire, près de Fulda (Hesse).	2.000
4. ***Basalte*** noir, avec petits grains d'olivine : il a une structure schistoïde. . . . . De l'Hécla.	1.500
5. ***Basalte*** scoriacé (483) d'un gris-noirâtre plus pâle que ne l'est habituellement le basalte, avec augite, olivine et quelques paillettes de mica : il forme des coulées étendues. A Niedermennig (Prusse rhénane).	1.150
6. ***Basalte*** scoriacé (484) d'un rouge de peroxyde de fer et très-celluleux : il contient des lamelles de mica brun de tombac. D'Aich, près Andernach.	830
7. ***Basalte*** noir-grisâtre, avec quelques grains d'olivine : sa structure est prismatique.	175
8. ***Argile*** d'un brun légèrement rougeâtre et à structure prismatique ; elle est au contact du basalte par lequel elle a été fortement chauffée. . . . . De Eddingshausen (Hesse).	380
ANAMÉSITES.	
9. ***Anamésite*** (485) vert foncé, en masses paraissant avoir coulé, qui sont intercalées dans la formation diluvienne. De Steinheim-sur-le-Mein (Hesse).	530
10. ***Anamésite*** (487) verdâtre, celluleuse, reposant sur de l'argile et recouverte par de la terre végétale. De Teufelskante, près de Hanau.	300
11. ***Anamésite*** (489) verte; à l'extrémité de l'échantillon on observe des druses tapissées de gros mamelons de sphærosidérite. . . . . De Steinheim (Hesse).	200
12. ***Anamésite*** (486) gris sombre, rude au toucher, pénétrée par une multitude de petites cellules qui sont tapissées de sphærosidérite. . . . . . De Wilhelmsbad, près Hanau (Hesse).	120
PHONOLITHES.	
13. ***Phonolithe*** (501) gris-verdâtre, formant plusieurs des cimes les plus élevées près de Milzebourg, dans le Rhöngebirge. . .	135

14. *Phonolithe* (502) vert-grisâtre, se trouvant au milieu des roches cristallines de Klein-Ostheim, près d Aschaffenburg (Bavière).	14
15. *Tuf phonolithique* (523) renfermant des fragments de diverses roches. . . . . De Hohentwiel (Högau).	2.200
MÉLAPHYRES	
16 [a]. *Porphyre vert antique*, à pâte d'un très-beau vert un peu foncé, contenant de grands cristaux de labrador verdâtre. De Scotino Langada (Morée).	2.350
17. *Mélaphyre* gris-noirâtre, à cristaux de labrador, d'augite et de fer oxydulé. Au contact d'un calcaire secondaire devenu saccharoïde. — A via nuova, sopra la pausa. Dans le val de Rif (Tyrol).	2.100
18. *Mélaphyre* vert-grisâtre; le labrador fondu dans la pâte a la même couleur, et il y a quelques grains d'augite et de fer oxydulé. — Du torrent de Canzacoli, à l'entrée de la vallée de Fassa (Tyrol).	1.850
19. *Mélaphyre* à pâte noirâtre, renfermant de grands cristaux de labrador blanc-verdâtre et quelques grains d'augite. De Belfahy (Haute-Saône).	1.400
20. *Mélaphyre* à pâte violacée un peu grisâtre, contenant un grand nombre de petits cristaux de labrador d'un beau vert tendre et accidentellement quelques grains d'augite vert foncé. Du Puix, près de Giromagny (Haut-Rhin).	1.150
21. *Mélaphyre* à pâte verte, contenant des cristaux microscopiques de labrador vert clair et quelques lamelles d'augite vert foncé. De la pointe des sapins à Plancher-les-Mines. (Haute-Saône).	955
22. *Mélaphyre* bréchiforme à fragments de mélaphyre ; pâte verte, avec lamelles peu distinctes de labrador : il a été pris à une petite distance du schiste de transition. A la scierie, commune du Puix, route du ballon de Giromagny.	765
23. *Mélaphyre* gris-noirâtre tirant un peu sur le vert, à cristaux de labrador et d'augite peu distincts. De la vallée de la Nahe, défilé de Martinstein (Prusse rhénane).	640
24. *Mélaphyre* gris-noirâtre, à cristaux de labrador et d'augite peu distincts : il empâte quelquefois des fragments de syénite, et il forme des filons dans la syénite du Plauenschengrund (Saxe).	595
25. *Spilite* à pâte gris-verdâtre sale, avec quelques grains d'augite et même de fer oxydulé : ses cellules sont tapissées de célestine, de chaux carbonatée et de mésotype. De Montecchio-Maggiore.	390
26. *Porphyre* gris-verdâtre, à labrador difficilement discernable, mais contenant quelques cristaux d'augite. Des environs de Belting, près Sarrebrück (Prusse rhénane).	115
27. *Porphyre* à base de labrador, avec amygdaloïdes dans lesquelles se trouvent les agathes : il est brun légèrement rougeâtre par suite d'altération. D'Oberstein (Prusse rhénane).	93
28. *Porphyre* à grands cristaux de labrador, non maclé, avec hornblende noire et un peu de fer oxydulé. De Tyffolms-Udden, près Christiania (Norwége).	80
29. *Porphyre* vert clair, sans cristaux discernables de labrador, avec nombreuses lamelles d'augite vert : c'est une variété dégradée du porphyre vert antique (15). De Scotino Langada (Morée).	62

(a) Les échantillons (16), (17), (19), (23), (24), (26), etc., ont été recueillis en place par MM. E. de Beaumont, Bertrand Geslin, Virlet, Pommel, Bochet.

30. *Porphyre* vert pâle, sans cristaux visibles de labrador; variolé par des nodules microscopiques de chlorite ferrugineuse et d'épidote; c'est une dégradation de (21). Du mont Ménars, près Auxelles (Haut-Rhin).	48
DOLÉRITES, HYPÉRITES, EUPHOTIDES, etc.	
31. *Dolérite* (491) à base de labrador, avec cristaux bien caractérisés d'augite et de fer oxydulé : elle était naturellement magnétipolaire. — Elle traverse le diluvium de la vallée du Rhin. . . . . Au Kaiserstbul (grand-duché de Bade).	3.400
32. *Dolérite* (493) à base de népheline, avec augite et mica brun de tombac. — Elle perce le grès bigarré à Katzenbuckel, point le plus élevé de l'Oldenwald. . . . (Grand-duché de Bade.)	475
33. *Hypérite* à base de labrador blanc-grisâtre, avec hypersthène vert-noirâtre et fer oxydulé. . . . . Harzbourg.	1.500
34. *Hypérite* à base de labrador vert clair, avec hypersthène Wernigerode (Hartz).	90
35. *Euphotide* à base de labrador blanc-verdâtre, avec diallage verte et un peu de fer oxydulé. Mont Genèvre (Hautes-Alpes).	210
36. *Porphyre* à base de feldspath andésite, avec un peu de fer oxydulé. . . . . Chagey (Haute-Saône).	475

Basalte.

On voit que les *basaltes* (1), (2), (3) et (4) ont un pouvoir magnétique élevé qui est à peu près deux à trois fois plus grand que le pouvoir moyen trouvé pour les laves. Les *basaltes* essayés ne contenaient du reste pas de fer oxydulé visible même avec la loupe, bien qu'avec un fort aimant il fût possible d'en enlever une petite quantité dans quelques-uns d'entre eux. Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire observer pour les roches volcaniques, le pouvoir magnétique du *basalte* ne varie pas dans le sens de sa richesse en fer, et celui dont la couleur est la plus foncée n'est pas toujours celui dans lequel il est le plus grand : ainsi le *basalte* (2) de la côte d'Essey qui a une couleur noir-grisâtre, et qui ressemble, à s'y méprendre, au basalte (7) est douze fois plus magnétique : le pouvoir magnétique de ce dernier paraîtrait le rapprocher de l'anamésite, quoique sa couleur noir-grisâtre et la présence du péridot doivent le faire regarder comme un basalte.

D'après ce qui précède, on peut admettre que le pouvoir magnétique du *basalte* est généralement compris entre 3.000 et 1.500.

Il est remarquable que l'*argile* (8) d'Eddingshausen ait un pouvoir égal à... 380, car j'ai constaté qu'ordinairement les argiles sont à peine magnétiques : ce pouvoir magnétique élevé s'accorde du reste avec la structure prismatique de cette argile et démontre qu'elle n'est pas à l'état naturel, mais qu'elle a été chauffée par le basalte au contact duquel elle se trouve.

Les *scories basaltiques* (5) et (6) ont un pouvoir magnétique qui ne diffère pas de celui des laves et qui est moindre que celui des basaltes, probablement parce que la structure cristalline y est moins développée et parce que par suite d'un refroidissement plus rapide le fer y est resté en combinaison avec la silice et n'a pas pu se séparer à l'état de fer oxydulé comme cela a eu lieu quelquefois dans le basalte.

Les *anamésites* (9), (10), (11) et (12) sont faiblement magnétiques, ainsi que l'avait observé M. Fournet (*a*), et on voit qu'elles le sont beaucoup moins que le basalte ; elles ont du reste une couleur plus pâle, elles contiennent dans leur pâte plus de carbonate de fer et on n'y observe pas de fer oxydulé. Anamésite.

L'*anamésite* (11) de Steinheim a un p. m. à peu près égal à celui du sphærosidérite qui la pénètre complétement, et l'*anamésite* (12) de Wilhemsbad a même un p. m. notablement moindre que celui du sphærosidérite (*b*).

On peut admettre que le pouvoir magnétique de l'anamésite varie de 550 à 120, et comme il est beaucoup plus petit que celui du basalte, il peut servir à distinguer ces deux roches l'une de l'autre.

Le pouvoir magnétique des *phonolithes*, tels que (13) et (14) peut encore être plus petit que Phonolithe.

(*a*) Fournet, p. 17.
(*b*) Annales des mines, 4e série, t. XIV, p. 456.

celui de l'anamésite ; en tous cas il est généralement très-faible pour une roche à laquelle on attribue une origine volcanique, et il est inférieur à 150.

Dans le *tuf phonolithique* (15) de Hohentwiel, le pouvoir magnétique est élevé; ce tuf renferme des fragments de diverses roches, et par conséquent, de même que pour les tufs et pour les brèches en général, le pouvoir doit varier dans des limites très-étendues, suivant la nature des roches qui forment ces fragments.

Mélaphyre. Ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire observer pour les laves et pour les basaltes, ce ne sont pas toujours les *mélaphyres* qui ont du fer oxydulé, ou ceux dont la couleur est la plus foncée qui sont le plus magnétiques : car le *porphyre vert antique* (16) qui a été trouvé le plus magnétique de tous, a une couleur verte moins foncée que celle des autres, et il ne contenait pas de fer oxydulé : de même le *mélaphyre* (20) du Puix, qui est notablement magnétique, et dont la pâte a une couleur violâtre, à cause d'une légère altération, ne contenait pas non plus de fer oxydulé.

Pour les *mélaphyres*, aussi bien que pour les basaltes et pour les laves, le pouvoir magnétique augmente donc quand toutes choses égales la roche contient du fer oxydulé, et quand sa richesse en fer devient plus grande; mais il dépend surtout de la composition de sa pâte, et il peut être grand quoique la roche ne contienne pas de fer oxydulé, et quoiqu'elle soit pauvre en fer relativement à des roches de la même famille.

Les *mélaphyres* (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22), (23) et (24) sont bien caractérisés, mais (25), (26), (27), (28), (29) et (30) sont des variétés plus ou moins dégradées ou même des roches de passage; il n'est donc pas étonnant qu'elles soient

beaucoup moins magnétiques que celles qui les précèdent.

En résumé on voit que le pouvoir magnétique du *mélaphyre* bien caractérisé est un peu moindre que celui du basalte, et on peut admettre qu'il varie généralement de 2.500 à 550.

Dolérite, hypérite, euphotide.

Dans les roches à structure granitoïde, telles que la *dolérite*, l'*hypérite* et l'*euphotide*, l'augite, l'hypersthène et le diallage qui forment l'un des minéraux constituants, sont généralement associés à du fer oxydulé; on conçoit donc que le pouvoir magnétique de ces roches doit varier dans des limites beaucoup plus étendues que celui des roches ayant une pâte dont le grain est indiscernable et dans laquelle le fer est resté en combinaison avec la silice sans former un minéral défini: c'est d'ailleurs ce qu'on peut voir par les résultats obtenus pour (31), (32), (33), (34), (35) et (36). Dans la *dolérite* (31) du Kaiserstlhul le pouvoir magnétique est très-élevé, et il est même supérieur à celui du basalte.

Serpentines.

J'ai déterminé le pouvoir de quelques serpentines et j'ai trouvé :

SERPENTINE.	
1. *Serpentine* vert-grisâtre, servant de gangue au fer chromé. De Baltimore (États-Unis).	2.250
2. *Serpentine* (527) vert foncé, renfermant des lamelles de diallage verte à éclat bronzé. . . . . De Taikowitz (Moravie).	990
3. *Serpentine* vert-noirâtre, avec grenat rouge et nodules de chlorite. . . . . De Narouel, près Gerbepal (Vosges).	585
4. *Serpentine* vert-noirâtre foncé. . . . . . . De Liésey (Vosges).	430
5. *Serpentine noble* vert-olive un peu bleuâtre : elle forme des filons dans la serpentine ordinaire. De Sainte-Sabine (Vosges).	95
VARIOLITE.	
6. *Variolite* à noyaux de grenat vert-rougeâtre et de feldspath dans une pâte vert clair : c'est sur cette pâte que j'ai opéré. De la Durance.	65

Le pouvoir magnétique de la *serpentine* est

tantôt élevé, comme cela a lieu pour la *serpentine* (1) de Baltimore et aussi pour la *serpentine* (2) de Taikowitz : tantôt au contraire il est inférieur à 600, ainsi que je l'ai constaté pour les serpentines (3) et (4) qui proviennent des Vosges : dans ce dernier cas il est donc moindre que ne l'est généralement celui des laves, des basaltes et des mélaphyres.

La serpentine ne renferme du fer oxydulé qu'accidentellement, et sa pâte tout entière est uniformément magnétique ; il peut arriver quelquefois qu'une serpentine riche en fer et d'une couleur vert-noirâtre foncée, telle que la serpentine (4) de Liesey ait un pouvoir magnétique assez faible, tandis que d'autres de couleur plus pâle ont un pouvoir beaucoup plus élevé : la richesse en fer et la couleur ne donnent donc que des indications assez incertaines sur le pouvoir magnétique de la serpentine.

Le pouvoir de la *serpentine noble* (5) est beaucoup plus petit que celui de la serpentine ordinaire, et elle est d'ailleurs beaucoup moins riche en fer.

Le p. m. de la *serpentine* ordinaire est bien supérieur à celui du diallage et du talc, comme d'ailleurs plusieurs des échantillons essayés ne contenaient pas de fer oxydulé, il en résulte qu'on ne peut admettre, ainsi que le font divers géologues, que la serpentine est un mélange microscopique de diallage et de talc : j'ai constaté, au contraire, qu'elle est essentiellement formée par une pâte ayant un pouvoir magnétique uniforme, une composition chimique assez constante et une structure imparfaitement cristalline, comparable à celle du basalte et des roches d'origine ignée.

Variolite. Le pouvoir de la *variolite* (6) de la Durance est beaucoup plus petit que celui de la *serpentine* : le silicate qui lui donne sa couleur verte est donc

tout différent de celui qui forme la pâte des roches serpentineuses.

Roches amphiboliques.

J'ai déterminé le pouvoir magnétique de diverses roches amphiboliques : ces roches sont le gisement le plus habituel du fer oxydulé, on conçoit par conséquent que leur pouvoir magnétique sera très-élevé dans certains cas et qu'il s'approchera d'autant plus de celui du fer oxydulé que ce dernier sera plus abondant ; en conséquence, j'ai seulement cherché à déterminer la limite inférieure du p. m. de ces roches, en opérant principalement, soit sur celles qui ne contenaient pas de fer oxydulé visible, soit sur celles qui n'agissaient pas sur l'aiguille aimantée :

DIORITE, AMPHIBOLITE, SCHALSTEIN, etc.

1. *Diorite* (558) compacte à grain très-fin, vert-noirâtre : on y observe quelques grains de pyrite de fer. — Elle est en filon dans la syénite. . . . . . . De Hemsbach (duché de Bade).	735
2. *Diorite* compacte, très-riche en hornblende grenue, vert foncé : elle contient 0,0003 de fer oxydulé. — Elle est en filon dans la syénite des ballons. Du Plain de Coravillers (Haute-Saône).	725
3. *Diorite* schistoïde, très-riche en hornblende verte. Du lac de Fondromé (Vosges).	75
4. *Amphibolite* formée de hornblende vert clair associée avec un peu de feldspath labrador . . . . . Au Pont-Jean (Vosges).	55
5. *Amphibolite* à hornblende vert clair : elle perce le granite porphyroïde amphibolique de Saint-Bresson (Haute-Saône). .	52
6. *Schalstein* (521), ou variété de spilite, à pâte dioritique, avec nodules de chaux carbonatée cristallisée : il est entre le schiste argileux et le calcaire de transition. De Dillenburg (Nassau).	48
7. *Amphibolite* (534) grenue à hornblende vert foncé : elle contient quelques grenats rouges d'Eppenreuth, près de Hof (Bavière).	25
8. *Diorite* (518) qui accompagne le schalstein. De Sechshelden, près de Dillenburg (Nassau).	22
9. *Aphanite* (520) se trouvant dans le terrain de transition de Sechshelden (Nassau).	640

Comme le pouvoir de la hornblende préalablement débarrassée par un fort aimant du fer oxydulé qui peut l'accompagner n'a pas été trouvé supérieur

Diorite, amphibolite.

à 60, lorsque le pouvoir magnétique de la roche à base de hornblende sera plus grand que ce nombre, il y aura lieu de croire qu'elle renferme une certaine quantité de fer oxydulé, car on n'y observe pas de pâte magnétique comme dans les roches à base de pyroxène; c'est en particulier ce qui a lieu pour la *diorite* (1) de Hemsbach et pour la *diorite* (2) du Plain de Coravillers dont le pouvoir est assez élevé; j'ai même constaté directement avec un aimant en fer à cheval que cette dernière en contient 0,0003 : mais les diorites et amphibolites (3), (4), (5), (6), (7) et (8) ont un pouvoir magnétique inférieur à celui de la hornblende ou en tous cas peu différent, elles ne peuvent donc renfermer que des quantités nulles ou absolument insignifiantes de fer oxydulé.

Le *schalstein* (6) qui joue un rôle important dans la géologie des environs de Dillenburg ayant un pouvoir magnétique peu élevé doit bien être considéré comme une roche à base de hornblende: par une raison inverse, je pense que la roche (8) de Sechshelden désignée sous le nom d'*aphanite* qui a un pouvoir de...640 et dans laquelle on n'observe pas de fer oxydulé, devrait plutôt être rapprochée des mélaphyres.

En résumant on voit que la *diorite*, l'*amphibolite* et les roches à base de *hornblende* qui ne contiennent pas de fer oxydulé ont un pouvoir magnétique très-faible qui est même bien inférieur à 100, et j'ai constaté d'ailleurs que certaines variétés de ces roches ont un pouvoir magnétique qui est à peine sensible : les roches *amphiboliques*, dans lesquelles il n'y a pas de fer oxydulé, ont donc un pouvoir magnétique bien plus petit que celui des roches *pyroxéniques*.

Roches pétrosiliceuses.

On désigne sous les noms de *pétrosilex* et d'*eurite* des roches essentiellement formées de feldspath compacte qui sont associées avec des roches d'âges très-différents; j'ai déterminé le pouvoir de quelques-unes d'entre elles: Roches pétrosiliceuses.

1. *Pétrosilex résinite* (pechstein), brun-noirâtre. . . . . . Hécla.	310
2. *Pétrosilex résinite* (467) (pechstein), noir foncé, à cassure résineuse. - Il accompagne des porphyres et des amygdaloïdes qui sortent du grès rouge. . . Planitz, près Zwickau (Saxe).	280
3. *Eurite* (466), résinite, brunâtre : elle se trouve dans l'eurite porphyroïde. Meissen (Saxe).	45
4. *Eurite* noir foncé, à base d'oligoclase, en filon dans le granite. Balverche (Vosges).	45
5. *Eurite* (547) (hornfels), noirâtre, à très-peu près semblable à (4) : elle est intercalée dans les roches granitiques. Achtermannshöhe, près Saint-Andréasberg (Hartz).	25

Le *pétrosilex* (1) de l'Hécla qui se trouve au milieu des roches volcaniques a le pouvoir magnétique le plus élevé; le *pétrosilex* (2) de Planitz examiné à la loupe m'a montré des lamelles de feldspath labrador indiquant qu'il a été pénétré par une roche d'origine ignée, par conséquent il n'est pas étonnant que son pouvoir soit également élevé; les roches à base de feldspath compacte qui se trouvent dans les terrains volcaniques sont donc celles dont le pouvoir est le plus grand, tandis qu'au contraire on peut voir que celles qui sont en filons dans les terrains granitiques, ainsi que cela a lieu pour les *eurites* (3), (4) et (5) ont toujours un pouvoir très-faible. De Saussure (*a*) avait déjà constaté que les pétrosilex des environs de Genève n'exercent pas d'action sensible sur l'aiguille aimantée, et MM. Becquerel représentent par 7 celle du *porphyre rouge antique* : j'ai obtenu à peu près le même résultat, car j'ai trouvé

Pétrosilex.

Eurites.

(*a*) Fournet, Magnétisme des minerais et des roches. — Janvier, 1848, Société d'agriculture de Lyon, p. 19.

un pouvoir magnétique égal à 10 pour la pâte rouge un peu violacée d'un échantillon de *porphyre rouge antique* mis à ma disposition par M. Cordier. Le feldspath rouge de chair de ce porphyre a d'ailleurs un pouvoir magnétique qui n'est pas beaucoup inférieur à celui de la pâte pétrosiliceuse.

Roches granitoïdes.

Roches granitoïdes. Les *roches granitoïdes* sont essentiellement formées de quartz, d'orthose, d'un feldspath du sixième système, de mica, de talc et quelquefois de hornblende : ces minéraux constituants de la roche granitoïde sont en proportion variable, et un ou plusieurs d'entre eux peuvent venir à disparaître, mais comme ils ont un pouvoir très-faible, on conçoit que le pouvoir magnétique de la roche le sera également : on pourrait d'ailleurs le calculer en admettant qu'il est proportionnel aux pouvoirs des minéraux qui la constituent, ainsi qu'aux quantités de chacun d'eux qui entrent dans l'unité du poids.

Trois expériences directes ont montré à MM. Becquerel (*a*) que l'action magnétique du *granite*, ainsi que celle du *porphyre quartzifère* était inférieure à 15.

MM. Mac-Culloch, Durocher, Fournet et les divers observateurs qui ont étudié l'action des roches stratifiées sur l'aiguille aimantée, ont constaté que pour le granite, cette action est très-faible et le plus souvent nulle : il importe de remarquer cependant que les *roches granitoïdes* contiennent, beaucoup plus fréquemment qu'on ne le pense, des cristaux microscopiques de fer oxydulé qui augmente leur pouvoir magnétique ; ce fer oxydulé,

---

(*a*) Éléments de physique terrestre, p. 578.

qui est surtout associé aux *roches granitoïdes* lorsqu'elles renferment de la hornblende, est du reste en quantité tellement petite que le plus ordinairement la roche qui le contient n'agit pas sur l'aiguille aimantée, à moins que le cristal microscopique de fer oxydulé ne soit approché très-près de l'aiguille.

Roches chloritiques et talqueuses.

Roches chloritiques et talqueuses.

Les *roches chloritiques et talqueuses* contiennent fréquemment du fer oxydulé; mais lorsqu'elles n'en contiennent pas, leur p. m. est très-faible, et il est à peu près égal à celui qui a été trouvé (*a*) pour la chlorite, pour le ripidolithe et pour le talc. — J'ai obtenu, par exemple, pour le *schiste chloritique* (575) passant au schiste talqueux et provenant du Zillerthal (Tyrol), un p. m. égal à.... 14.

— Il est facile de voir, par ce qui précède, que les Laves, les Basaltes, les Mélaphyres et en général les *roches pyroxéniques* ont une pâte qui, d'après son p. m., ne peut être formée par aucun des minéraux qui y ont cristallisé; car il arrive souvent que ces roches ne renferment pas de fer oxydulé, et cependant leur p. m. est bien supérieur à celui du feldspath, du pyroxène, de l'amphibole, ainsi que des autres minéraux qu'on y observe: mais il n'en est pas de même pour les *roches amphiboliques*, *pétrosiliceuses*, *granitoïdes*, *chloritiques* et *talqueuses*, dans lesquelles il n'y a pas de fer oxydulé. Le plus généralement ces roches n'ont pas de pâte, leur structure cristalline est beaucoup plus développée que celle des *roches pyroxéniques* et *serpentineuses*, et elles sont for-

(*a*) Annales des mines, 4ᵉ série, t. XIV, p. 578.

mées d'un agrégat de minéraux cristallisés; de plus, lorsqu'elles ont une pâte, ainsi que cela a lieu, par exemple, pour les roches pétrosiliceuses et même quelquefois pour les roches granitoïdes, cette pâte est beaucoup moins magnétique que celle des *roches pyroxéniques* et *serpentineuses*, et tout le fer qu'elles contiennent n'y est pas resté en combinaison, mais il est entré dans des minéraux tels que l'amphibole, la chlorite, le ripidolithe, le talc, dans lesquels il perd presque complétement la vertu magnétique.

ROCHES STRATIFIÉES.

Roches stratifiées.

Jusqu'àprésent je me suis seulement occupé des roches non stratifiées auxquelles on attribue généralement une origine ignée qui sont de beaucoup les plus magnétiques, mais les roches stratifiées, ou ayant une origine aqueuse, peuvent quelquefois être assez fortement magnétiques, surtout lorsqu'elles ont été métamorphisées : M. Fournet (*a*) a signalé en effet les couches sableuses contenant du fer oxydulé titané, les schistes ou les calcaires métallisés par le fer oligiste ou par le fer oxydulé, ainsi qu'un grand nombre de *roches métamorphiques* qui, indépendamment de l'un ou de l'autre de ces deux minéraux peuvent contenir encore de la pyrite magnétique. M. Levallois a fait connaître également une roche de calcaire argileux métamorphique provenant de la côte de Thélod, qui est fortement magnétique et naturellement magnétipolaire.

Si on fait exception pour les roches telles que celles qui viennent d'être mentionnées qui contiennent le plus ordinairement du fer oxydulé, les *roches stra-*

(*a*) Fournet, p. 18 à 23.

tipées ont un pouvoir magnétique très-faible, car le plus souvent le fer y est à l'état d'hydrate de peroxyde. J'ai trouvé en effet un pouvoir magnétique un peu inférieur à...40 pour un *psammite* (426) * à petits grains et d'un vert foncé, pour le *schiste argileux* (461) * rouge lie de vin qui est traversé par les roches amphiboliques de Dillenburg (Nassau), pour le *grès* moyen de *Keuper* (296) * formé de quartz et de mica réunis par un ciment de carbonate de fer de Faulenberg près de Wurtzbourg, pour un *grès* pourpré à ciment ferrugineux en cailloux roulés de la forêt de Chaux (Jura), pour le *silicate de fer et de magnésie* vert-olive pâle qui forme de petits grains dans le terrain néocomien de Voray (Haute-Saône), etc., en général pour les roches stratifiées qui contiennent une proportion notable d'oxyde de fer.

Le *grès* de Gurnigel (Suisse), les *molasses*, les *grès verts* ainsi que les calcaires dits *chlorités* ont encore un pouvoir magnétique beaucoup plus faible.

Le pouvoir d'un *schiste* bleuâtre du lias des environs de Besançon était seulement égal à 10.

Le *limon* du Nil m'a présenté une exception remarquable, car son pouvoir est élevé et égal à 270 : il formait une masse argileuse à grain indiscernable, de couleur brun-clair et tachant un peu les doigts : ayant essayé le *lœss* de la vallée du Rhin provenant des environs de Heidelberg, ainsi que l'*argile* brun-jaunâtre qui entoure les os de l'*ursus spelæus* dans les cavernes à ossements de la Franche-Comté, j'ai trouvé que leur pouvoir magnétique était au plus égal à 15.

* Ces numéros entre parenthèses sont les numéros d'ordre que portent les Roches dans le Catalogue de la Collection du *Comptoir de minéraux de Heidelberg*.

Le pouvoir magnétique exceptionnel du limon du Nil doit être attribué, soit à ce qu'il est composé de débris de roches volcaniques se trouvant sur le cours du fleuve, soit peut-être même à ce qu'il contient dans toute sa masse un alumino-silicate de fer magnétique tels que ceux qu'on trouve dans quelques minerais de fer en grains d'origine moderne.

Autres procédés pour déterminer le pouvoir magnétique.

— Par la détermination du pouvoir magnétique des minéraux, il a été démontré que dans un même minéral le pouvoir magnétique varie entre des limites étendues suivant que son état cristallin (*a*) est plus ou moins développé : par conséquent le procédé qui a été suivi pour cette détermination est bien suffisamment exact, quoiqu'il n'ait pas la précision qu'on s'attache à donner à ceux qu'on emploie habituellement dans les recherches de physique : pour comparer le pouvoir magnétique, on aurait pu d'ailleurs employer, soit la méthode des oscillations de Coulomb, soit plutôt la méthode de M. Plücker, qui consiste à déterminer, à l'aide de la balance, la force avec laquelle un poids constant d'une substance magnétique est attiré par un aimant puissant. Quelle que soit la méthode employée, il est seulement nécessaire, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire observer antérieurement (*b*), que les substances dont on veut comparer le pouvoir magnétique soient, autant que possible, réduites en poudre ou en fragments d'égale grosseur.

Le pouvoir magnétique des roches est une propriété spécifique.

— Dans la Ire partie de ce mémoire j'ai fait remarquer qu'on ne pouvait conclure qu'une roche contenait du fer oxydulé de ce qu'elle déviait l'ai-

(*a*) Annales des mines, 4e série, t. XIV, p. 484.
(*b*) Annales des mines, 4e série, t. XIV, p. 84.

guille aimantée (*a*); en recherchant directement la quantité de fer oxydulé se trouvant dans diverses roches, j'ai reconnu de plus que beaucoup de roches très-magnétiques ne contiennent pas de fer oxydulé; c'est ce qui a lieu en particulier pour les laves, les laves trachytiques, les basaltes, les mélaphyres, les serpentines, etc ; on peut même dire que la présence du fer oxydulé dans ces roches est plutôt l'exception que la règle : il en résulte que leur pouvoir magnétique dépend principalement de celui de leur pâte ; cette pâte n'est pas formée par un minéral défini qui s'en soit séparé d'une manière nette et auquel il soit possible d'appliquer un nom, mais elle est en quelque sorte dans un état semi-cristallin, intermédiaire entre l'état cristallin et entre l'état vitreux ; de plus les analyses faites jusqu'à présent apprennent que sa composition chimique est assez constante pour une même roche : il n'est donc pas étonnant d'après cela que le pouvoir magnétique des roches soit aussi beaucoup plus constant qu'on ne pourrait l'attendre d'une propriété qui se montre variable dans un même minéral : on a pu voir, en effet, par les résultats de l'expérience consignés dans ce mémoire que les variétés d'une même roche, lors même qu'elles proviennent des gisements les plus divers, ont toujours à peu près le même pouvoir magnétique, et j'ai fait connaître les limites dans lesquelles il était généralement compris ; en outre il a été constaté par de nombreux exemples que quand le pouvoir magnétique dépasse ces limites, la roche n'est pas ce que l'on peut appeler normale; ainsi lorsque le pouvoir est plus grand elle contient ordinairement un peu

---

(*a*) Annales des mines, 4ᵉ série, t. XIV, p. 482.

de fer oxydulé, et au contraire lorsqu'il est plus petit, elle est le plus souvent dégradée et elle n'est plus pour ainsi dire qu'une roche de passage : on voit par conséquent que le *pouvoir magnétique* peut être considéré comme une *propriété spécifique* propre à définir les roches, surtout celles dont le grain est indiscernable et qui vient s'ajouter au nombre si restreint des caractères à l'aide desquels on peut les reconnaître et les classer:

Déviation de l'aiguille produite par la constitution géologique du sol.

Il résulte de ce mémoire que dans un lieu donné, une aiguille aimantée est soumise à l'action d'un nombre indéfini de forces, dont les unes sont *attractives*, tandis que les autres sont *répulsives*. Si on considère des substances qui ne soient pas magnétipolaires, les premières forces proviennent des actions *magnétiques*, et les deuxièmes des actions *diamagnétiques;* elles dépendent donc du *pouvoir magnétique* et du *pouvoir diamagnétique*, mais ce dernier pouvoir est toujours très-faible et de plus les substances composant l'écorce terrestre renferment généralement un peu de fer et sont le plus souvent magnétiques ; ces forces dépendent aussi de la distance ainsi que de la masse des roches qui avoisinent l'aiguille ; enfin elles s'exercent surtout dans le plan horizontal passant par l'aiguille. On conçoit d'après cela que la constitution ou la carte géologique d'un lieu étant connue, il serait possible à l'aide du pouvoir magnétique des roches qui composent le sol et qui sont le plus rapprochées, de déterminer par le calcul quelle est la déviation que l'aiguille aimantée éprouve en ce lieu relativement à la direction du méridien magnétique.

DESCRIPTION

des divers systèmes d'exploitation employés dans les mines d'anthracite de Lamotte d'Aveillans et du Peychagnard (Isère.)

Par M. H. FRANCK, élève breveté de l'École des mineurs de Saint-Étienne.

A l'époque de la publication du Mémoire de M. Henri Giroud sur ses exploitations (1), l'usage de l'anthracite ne s'était pas encore assez propagé pour nécessiter un grand développement de travaux. La consommation en ayant depuis lors considérablement augmenté, les wagons durent être substitués aux véhicules jusqu'alors appliqués à son extraction. Il en résulta un accroissement dans les fonds de roulement, tel que, commandant impérieusement la centralisation des ateliers et la concentration des ouvriers, non-seulement il ne permit plus d'attendre l'agglomération des remblais pour la succession des dépilages dans les étages, mais il obligea en outre à diviser ces étages en sections, afin d'y multiplier les tailles.

Considérant d'ailleurs comme un devoir la recherche des moyens les plus propres à prolonger la durée des ressources présentées par une multitude de dépôts de combustible peu étendus, qui paraissent n'avoir été accordés par la nature à la localité qui les renferme qu'en dédommagement des nombreuses privations qu'elle lui im-

(1) Annales des mines, 3e série, t. IX, p. 427.

pose, je ne dus rien négliger pour m'en acquitter scrupuleusement en cherchant à concilier les intérêts de l'exploitant avec ceux du consommateur.

Persuadé que l'application convenablement modifiée des systèmes à la création desquels je fus insensiblement amené, pourrait être avantageusement faite à d'autres masses minérales, je crois utile de les faire connaître.

Passant sous silence tout détail secondaire sur le mode d'abattage de l'anthracite, je me bornerai à observer que la poudre, devenue un puissant auxiliaire de cet abattage, me suggéra également quelques améliorations.

Disposition des gîtes anthracifères.

La concession de Lamotte d'Aveillans renferme des couches d'anthracite assez étendues, de différentes puissances, dirigées du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est. On ne rencontre au contraire, dans celle de Peychagnard, limitrophe de la précédente, que des amas ayant jusqu'à 30 mètres d'épaisseur au voisinage de la superficie, arrondis à leur naissance, se rétrécissant insensiblement sur leur inclinaison, et plus ou moins brusquement terminés par une veine de combustible renflée sur quelques points et rarement exploitable. (*Pl. VIII*, *fig.* 14.)

Cet anthracite généralement dur, vitreux, d'un éclat vif et brillant, présente une cassure conchoïde.

Description des divers systèmes d'exploitation.

Ces systèmes se composent de trois parties distinctes :

1° Travaux d'exploration;

2° Travaux préparatoires;

3° Dépilages.

Les dépôts d'anthracite affleurent généralement à la superficie du sol. On les explore rarement par puits, ordinairement par galeries allant, à travers bancs, de cette superficie au gîte de combustible, quand elles ne peuvent immédiatement y pénétrer par son affleurement. On prévient un trop long ajournement de l'entrée en jouissance des découvertes, en rapprochant autant que possible la première galerie de reconnaissance de la tête de la couche. Après en avoir mesuré l'intervalle par des rampes, on y place sans différer une galerie intermédiaire, s'il est suffisant; sinon on l'établit au-dessous de cette première galerie. **Travaux d'exploration.**

Les travaux préparatoires se réduisent: à la poursuite permanente de la galerie principale de roulage et des rampes jusqu'à leur terme; à l'ouverture de galeries de traverse; à la mise en communication de ces rampes et galeries de traverse par des galeries d'allongement excavées contre les salbandes; au percement de bures et puits d'aérage. **Travaux préparatoires.**

La distance verticale entre deux galeries principales de roulage est fixée en raison inverse de leurs ressources. L'expérience me fit adopter 20 et 30 mètres pour limites extrêmes. Leurs dimensions sont invariables: $1^m,60$ de largeur sur le sol; $1^m,00$ au plafond; $1^m,65$ de hauteur au-dessus de la voie ferrée placée à $0^m,80$ plus bas que le rez-de-chaussée, afin de rendre moins pénible le chargement des wagons. Ces galeries longent constamment le toit, sauf dans les couches de faible puissance et d'une inclinaison inférieure à 70°, où

toutes les excavations, sans exception, sont faites sur le mur.

La hauteur des autres galeries est de 1^{m},70; leur largeur est déterminée en raison directe de la dureté du combustible, inverse de sa puissance et de l'inclinaison de ses salbandes, à l'exception toutefois de la galerie d'allongement placée sur le mur, dont la largeur augmente relativement à cette inclinaison.

Les rampes sont disposées de différentes manières. Partant de la galerie principale de roulage, elles montent de 0^{m},25 par mètre jusqu'à la limite supérieure du combustible pour la descente à cette galerie du charbon abattu dans les divers étages.

Toutes les galeries d'un étage sont situées dans un même plan. Celles de traverse sont horizontales et perpendiculaires à la direction moyenne du toit; les galeries d'allongement sont parallèles à cette salbande et inclinées comme la galerie principale de roulage. L'intervalle entre les étages dépend des difficultés d'abattage, de l'inclinaison des couches et de leur puissance. Quand cette inclinaison ne surpasse pas 60°, il est de 4^{m},50 à 5^{m},50 dans les masses, et de 3 à 4 mètres dans les couches moins épaisses. Dans tout autre cas, leur hauteur varie de 5^{m},50 à 6^{m}.

Les puits d'aérage aboutissent directement à deux galeries principales de roulage, ou de la superficie du sol à l'une d'elles. Les bures sont foncées d'un étage à l'autre; celles placées contre le toit sont défectueuses dans les dépilages : on doit rarement recourir à leur emploi.

Dépilages. Les *dépilages* sont le but auquel tendent tous les autres travaux. Ils constituent l'exploitation

proprement dite. *Abattage économique, enlèvement complet des combustibles, production abondante de charbon pérat et grêle*, en sont les résultats. Les galeries principales de roulage et les rampes, sont poussées sans relâche; les étages sont divisés en sections composées chacune de toutes les tailles desservies par une rampe commune, afin d'en obtenir la prompte jouissance et d'en étendre rapidement l'application. Les dépilages consistent :

1° Dans la division des massifs de combustible composant les sections des étages établis dans les masses, par un système de galeries parallèles *a*, *b*, *c* (*Pl. VII*, *fig.* 1 et 2 bis) appelées *galeries en chemise*, dont le sol est situé dans un même plan; ces galeries étant séparées entre elles par un pilier *f* de charbon de 1 mètre d'épaisseur, à l'exception de la galerie *a* faite le long du toit et de celle d'allongement adjacente *b*, lesquelles sont espacées de 2 mètres;

2° Dans l'enlèvement complet du combustible placé au-dessus d'une galerie, en la rendant très-rampante par des tranches successives appelées *remorces*. Pour dépiler, *reculer* ou *remorcer* par exemple une galerie intacte, on commence par la combler jusqu'au point *a* (*Pl. VII*, *fig.* 3) à 7^{m},50 en arrière de celui *c*, où doivent aboutir les remorces, appelé *point de rupture*. Prenant ensuite à ce point *a* une tranche *ab'c'* de combustible, mince à sa naissance et augmentant progressivement d'épaisseur, l'ouvrier s'élève de *a* en *b'* par-dessus les remblais qu'il suit alors horizontalement jusqu'en *c'*; puis, revenant au point *b'*, où il cessa de monter (*fig.* 3 et 4), il enlève pareillement une nouvelle tranche *b'de*, amincit ainsi l'épaisseur du charbon placé au-dessus du

plafond de la taille, jusqu'à ce que l'ayant réduite de $0^m,50$ à $0^m,60$, il en abat complétement la partie horizontale *de* par de courtes tranches *f* prises successivement en reculant jusqu'en *d* (*fig.* 4 et 5).

Les *remorces principales* partent d'un point *a* (*fig.* 3, 4 et 5) intact du plafond d'une galerie, et sont prises à 5 mètres de distance; les secondaires qui leur succèdent dans la partie déjà entamée ou remorcée de ce plafond sont nommées *remorces accessoires*.

Une remorce quelconque est précédée : 1° de l'abattage par tranches successives jusqu'à hauteur du plafond de la taille (*Pl. VII*, *fig.* 1 et 2 bis) : dans une galerie *d* longeant le mur, de tout le charbon recouvrant cette salbande ; dans une galerie *c'* d'allongement ou de traverse en chemise, du pilier *f* séparant cette galerie des remblais de celle latérale *d* plus reculée; dans une galerie *a* excavée en suivant le toit du combustible *f*, *h*, placé de chaque côté de la taille. Tout le vide ainsi produit est soigneusement comblé; les parties détruites remplacées par des murailles *m* construites avec des fragments de roc provenant d'excavations faites sous le toit dans les masses peu inclinées, et minés au mur dans celles qui le sont davantage;

2° Du remblaiement de la taille jusqu'à la plus grande proximité possible de son plafond, avec les remblais de l'étage supérieur tirés de l'extrémité *s* de cette taille, et composés des produits stériles de l'abattage, principalement de combustible menu impropre à la vente. (*Pl. VIII*, *fig.* 14, sect. 2 et 3.)

Chaque remorce se termine par la construc

tion à l'extrémité de la taille d'une muraille transversale *m* (*Pl. VIII*, *fig.* 14, *sect.* 2), destinée à en appuyer le plafond et à la garantir de l'envahissement par les remblais s'élevant en avant.

On donne en outre par extension le nom de *remorce* à la partie remorcée d'une galerie.

Quand le combustible est assez consistant pour le permettre, l'ouvrier se place à l'extrémité de la taille, après en avoir reculé la partie mince et enlevé jusqu'à la hauteur du plafond, ainsi que je l'ai fait observer, tout le charbon la séparant latéralement de la retraite ou placé contre une salbande adjacente, puis il prend, en s'éloignant du fonds *d* de cette taille (*Pl. VII*, *fig.* 5), une tranche qu'il poursuit horizontalement jusqu'à ce qu'elle ait acquis en *j* une épaisseur d'environ $1^m,50$; après il la continue et la termine en descendant de manière à donner à la remorce une forme *djihg*, absolument semblable à celle qu'elle eût eue si elle avait été poussée en montant. Ce mode d'abattage, plus avantageux que le précédent, appelé *remorce montante*, est connu sous le nom de *remorce descendante*.

Couches de moins de 2 mètres de puissance.

On leur applique les modes d'exploitation usités à Anzin.

Couches de 2 à 3 mètres de puissance et d'une inclinaison inférieure à 45°.

Au fur et à mesure que des rampes continues r, r', r'', partant de la galerie principale de roulage G, et placées à 60 mètres d'intervalle, atteignent la tête S de la couche (1), on pousse suc- **Travaux préparatoires.**

(1) r_1, r_2, r_3,..... sont des rampes accessoires établies

cessivement de l'une à l'autre en redescendant, des galeries d'allongement a', a'', a'''... b', b'', b'''... c', c'', c'''..., formant des étages, et on établit à mi-distance de deux rampes consécutives des galeries de traverse t''', t^{IV}, inclinées sur le mur. Le massif M limité par ces galeries forme une section M d'étage, desservie par la rampe r_4. (*Pl. VII, fig.* 9.)

Dépilages. Des murailles m et k (*sect.* M) construites à 1 mètre en avant de ces galeries de traverse, interceptent la communication entre cette rampe r et celles voisines r_3, r_5; d'autres murailles m', k', faites également à 1 mètre en arrière des mêmes galeries, en rétrécissent l'entrée sans cependant la rendre trop incommode. Les ouvriers placés entre les murailles m et m', k et k', abattent, en remontant et en s'élevant sur d'autres disposées en gradins, le plafond de la galerie jusqu'au toit, qu'ils appuient ensuite par ces murailles en les terminant; puis, après avoir percé auprès d'elles de nouvelles galeries de traverse inclinées l''', l^{IV}, séparées par conséquent de celles t''', t^{IV} par une jambe de charbon j, j' (*sect.* M), d'un mètre d'épaisseur et avoir commencé des murailles m'' et k'' analogues aux précédentes m' et k', ils abattent les piliers j, j' (*sect.* M^{IV}), par tranches successives, jusqu'à hauteur du plafond, les remplacent par le prolongement des murailles m', k', opéré sur d'autres transversales, et mettent ensuite le toit à nu comme précédemment, sur toute l'étendue de

---

pour la subdivision du massif triangulaire de combustible formé par les rampes r, r poussées en sens contraire auprès de la rencontre de la couche par la galerie à travers bancs G'.

la taille. Continuant à préparer et à reculer ainsi des galeries de traverse inclinées jusqu'au point *p*, rapproché autant que possible de l'entrée de l'étage inférieur sans la compromettre, on enlève tout le massif M''' de combustible composant la section.

Dès que la galerie de traverse *l'''* adjacente à celle *t'''* est battue en retraite, on en fait une autre semblable *h* (*sect.* M) du côté opposé; on commence ainsi le dépilage d'une nouvelle section M', et on le continue de même en sens contraire jusqu'à la rampe *r*, (*sect.* M').

Enfin, quand deux ouvriers partis d'un même point *t'''* limitrophe de deux sections M' et M'' se sont suffisamment éloignés l'un de l'autre pour commencer à dépiler la partie correspondante de l'étage inférieur, on y établit pareillement deux sections N' et N'' séparées par la galerie de traverse *n*.

Couches de 2 à 3ᵐ de puissance et inclinées de plus de 45°.

Les rampes y sont également continues, mais espacées de 50 mètres. Dès que l'une d'elles *r*, *r'*, *r''*, est achevée, on y ouvre successivement en temps opportun, de haut en bas, les galeries d'allongement *a*, *a'*, *a''*... *b*, *b'*, *b''*... c^{IV}, c^{V}, c^{VI}... (*Pl. VII*, *fig.* 10), formant des étages que l'on poursuit jusqu'en *m*, *m'*, *m''*... *k''*, *k'''*, k^{IV}... q^{IV}, q^{V}, q^{VI}... à $2^m,70$ au-dessus du sol de la rampe placée en avant, et on les termine alors par des rampes *accessoires* *mn*, *m'n'*, *m''n''*... *k''l''*, *k'''l'''*, $k^{IV}l^{IV}$... $q^{IV}t^{IV}$, $q^{V}t^{V}$, $q^{VI}t^{VI}$..., et divise ainsi ces étages en sections A, A', B, C. Travaux préparatoires.

La couche n'étant pas assez puissante pour contenir deux galeries de front, celles d'allongement

sont excavées à 2 mètres d'intervalle des rampes, soit en partie, soit entièrement dans le mur de V en *o* (*fig.* 12), puis continuées en *b'* le long de l'une des salbandes exclusivement dans le charbon, après y être rentré en passant à 2^m,70 au-dessous du sol de ces rampes.

Dépilages. Parvenu par une rampe accessoire *m''n''* (section B) à l'extrémité supérieure du combustible, on le recule immédiatement en enlevant tout le charbon d'une salbande à l'autre, jusqu'en *s*, où il commence à avoir une épaisseur de 0^m,50 à 0^m,60 au-dessus du plafond de la taille; on dépile ensuite la section (section E) terminée par cette rampe, au moyen de remorces principales et accessoires prises alternativement jusqu'à ce que l'une d'elles pénètre en *x* (section D) dans la rampe placée en arrière. On prolonge alors dans le charbon, l'entrée de la galerie de *z* et *y* (section E); on dépouille ensuite le toit et le mur jusqu'à hauteur du plafond sur toute la longueur de la taille; puis on la comble complétement. Après avoir rétabli ainsi la partie *z y'* (section F) du sol de la rampe, détruite par ce prolongement de galerie, l'ouvrier enlève d'une salbande à l'autre tout le charbon placé sous ses pieds et reposant sur les remblais; il considère alors cette rampe comme identique avec la taille qu'il vient de combler, la lui substitue et continue d'y remorcer jusqu'au point *p* rapproché autant que possible de l'étage suivant sans nuire à son entrée. (Section G.)

Dès que la retraite est battue au-dessus des rampes accessoires *k'' l''*, *k''' l'''*, terminant les sections *b''*, *b'''*, b^{iv},... c^{iv}, c^{v}, c^{vi}, des étages inférieurs, on commence à dépiler ces sections.

Masses d'une inclinaison supérieure à 60°.

Espacées de 50 mètres, les rampes y seraient continues d'un étage à l'autre et superposées, si elles n'étaient provisoirement établies en lacet, en vue exclusive d'abréger le trajet des tailles à la galerie principale de roulage et de favoriser la circulation de l'air. Elles sont donc préalablement ainsi construites : **Travaux préparatoires.**

Aboutissant à deux étages consécutifs, chacune d'elles est composée de deux parties distinctes *r* et *x* (*Pl. VIII*, *fig.* 13 et 13') montant en sens contraire : la première *r* contre le toit, la seconde *x* à équidistance de cette salbande. Ces deux parties sont espacées de 1 mètre et jointes ensemble par une petite galerie de traverse *t* placée à 1^{m},85 au-dessous de l'étage *d'* auquel la rampe se termine.

Arrivé à hauteur du premier étage *d'* par une rampe *r x* ainsi construite, partant de la galerie principale G, l'ouvrier rejoint le toit par une galerie de traverse *d'* (*fig.* 13'), puis continuant à s'élever pareillement par d'autres rampes *r'*, *r''*, *r'''*,.. (*fig.* 13), il détermine par des galeries de traverse semblables *d''*, *d'''*, d^{IV},.. l'emplacement d'autres étages jusqu'à l'extrémité supérieure F de la masse. Ces étages sont ensuite préparés de haut en bas en temps opportun :

1° En prolongeant jusqu'au mur les galeries de traverse d^{IV}, *d'''*, *d''*... (section A^{V}) placées au pied des rampes r^{IV}, *r'''*, *r''*,.. et contre le toit jusqu'à hauteur détage, c'est-à-dire jusqu'au niveau de ces galeries, de *t'''* en p^{IV}, de *t''* en *p'''* (sections A^{IV} et C), la première partie *d''' t'''*, *d'' t''*, des rampes y aboutissant.

2° En établissant à l'arrivée de celles-ci ainsi rectifiées, d'autres galeries de traverse p^{IV}, p'''... (sections A^{IV}, A^{V},.. B',.. H''), qu'on met ensuite en communication directe avec les précédentes d^{IV}, d''', par des galeries longeant les salbandes; celles a^{IV}, a^{V},.. b',.. h'',.. chassées sous le toit se terminent respectivement au départ des rampes r^{IV}, r''',.. placées en avant, et les convertissent en *rampes accessoires*, formant des sections A^{IV}, A^{V},.. B',.. H',.. desservies par les rampes principales r''', r'',.. situées en arrière.

Dépilages. La galerie d'allongement sur le mur, k, (sect. A^{V}) étant percée de la galerie de traverse p^{IV} à celle d^{IV}, on la prolonge jusqu'à la fin f du combustible en *rampe provisoire* z' établie dans un même plan (sect. A^{V}) que celle z faite contre le toit. Considérée isolément, cette galerie kz' peut être assimilée à une section d'étage de couche de 2 à 3 mètres de puissance et de même inclinaison dont le toit y est représenté par la paroi de charbon opposée à la salbande du mur. On la recule donc d'une manière analogue en ayant soin toutefois, de laisser cette paroi non-seulement parfaitement intacte, mais de lui ménager en outre un fort surplomb, afin de l'appuyer par les murailles transversales et par les remblais sur lesquels l'ouvrier s'élève pour remorcer; précaution indispensable, d'où résulte la nécessité de donner à l'avancement sur le mur une largeur en rapport avec l'inclinaison de cette salbande.

Sur ces entrefaites, on continue jusqu'à la rampe z' ouverte contre le mur, la galerie de traverse t^{IV} dans laquelle fut provisoirement établi le lacet de celle z excavée contre le toit, on la divise ensuite du mur au toit par des rampes en chemise

3, 2, qui sont graduellement poussées, dépilées, successivement mises en communication avec la première galerie de traverse d^{IV} (sections A^{V} et A^{IV}), puis pareillement prolongées à diverses reprises (sections A^{IV}, A^{V}) jusqu'à la seconde p^{IV}, en galeries d'allongement en chemise 3, 2, 1, en mettant chacune de ces galeries en communication avec celle qui la précède par une petite galerie de traverse *o* appelée *traverse d'aérage*. Ces prolongements n'étant nécessaires que pour le renouvellement des remorces principales, chacun d'eux n'est par conséquent opéré que sur une longueur de 5 mètres, lorsque ces remorces sont sur le point d'être achevées.

Chaque massif de combustible composant les sections de l'étage le plus élevé est donc ainsi divisé à différentes reprises : transversalement, du mur au toit, par des galeries de traverse espacées de 5 mètres; longitudinalement, par des rampes et galeries d'allongement en chemise établies et reculées de la même manière, à cette différence près : que la galerie d'allongement f' (*fig.* 14, section 2) voisine de celle *b* faite sur le mur, appelée *chemise de souffrance*, est exclusivement chassée à contre-sens du fond à l'entrée de la section; que la galerie *a* ouverte le long du toit et celle *c'* qui en est la plus rapprochée, sont simultanément reculées, afin de forcer l'air par leur concours mutuel à passer constamment à l'extrémité de ces deux tailles.

Amenant ainsi insensiblement par les rampes r''' la retraite de chacune des sections A', A'', A''',.. d'un étage *a'*, *a''*, *a'''*,.. respectivement dans les sections suivantes C, B', B'',.. de l'étage inférieur *c*, *b'*, *b''*,.. on parvient non-seulement à en achever par-

faitement le dépilage, mais en outre à enlever sans difficulté la masse entière de combustible par des remorces successives prises sans interruption de l'une de ses extrémités à l'autre.

Les salbandes des amas généralement très-inclinées présentent de fréquentes discordances. Il est donc indispensable d'y disposer régulièrement les tailles par un rigoureux parallélisme entre les galeries d'allongement c', d', e',.. et la salbande du toit (*Pl. VIII, fig.* 14), et en chassant en contre-sens la chemise de souffrance e' (section 2). Cette chemise est susceptible d'être supprimée (1) dans un rétrécissement de la masse et successivement remplacée par chacune de celles adjacentes d' (section 2). puis par celle d'aérage c' qui l'est quelquefois elle-même en x par la galerie ouverte sur le mur jusqu'à un point h où le réélargissement de cette masse est suffisant pour permettre la reconstruction d'une des galeries d'allongement supprimées. Il peut advenir alors, au contraire, que la puissance de la masse augmentant, la chemise de souffrance e s'éloignât assez de la galerie d'allongement sur le mur, b, pour

(1) Les galeries d'allongement en chemise e', d', c', étant excavées parallèlement à la galerie a faite en suivant le toit, s'approchent insensiblement de celle b longeant le mur, et la croiseraient successivement si ce prolongement n'était discontinué à temps. On remorce alors ces tailles jusqu'au point x, où elles se terminent ainsi, puis les *supprime* en démolissant la muraille m construite à leur extrémité pour les faire combler par les remblais qu'elle retient, en ayant soin toutefois d'enlever préalablement la jambe de charbon, les séparant latéralement de la retraite pour ne pas l'enfouir; annihilant ainsi la taille e', on en achève le dépilage par celle latérale d section 2).

permettre l'addition entre elles d'une ou plusieurs autres galeries d'allongement en chemise *f*.

On prévient à la sortie d'un étranglement la suspension temporaire du dépilage de la galerie *a* faite sur le toit (section 2) occasionnée, par un trop long ajournement de la reprise de celui des galeries en chemise voisines *cc'*, *dd'*, *ee'*, en divisant la galerie *b* d'allongement sur le mur en deux parties *h*, *n*, par un point de rupture placé en *k*, là où la masse reprend sa puissance ordinaire. La partie postérieure de cette galerie est activement reculée de ce point; les galeries en chemise *c'*, *d'*, *e'*, reconstruites pendant ce temps-là, dans l'ordre de leur suppression, pourront immédiatement et même simultanément être remorcées quand le rapprochement des salbandes ne sera pas trop brusque. Ces galeries, ainsi que leurs premières remorces, se termineront alors constamment contre le mur en *c*, *d*, *e*, *f*, et le mettront entièrement à découvert entre le point *k* et celui *h* où la galerie d'allongement sur cette salbande cesse d'être appliquée comme chemise d'aérage et d'être par conséquent dépilée simultanément avec la galerie longeant le toit, jusqu'à ce qu'aboutissant en *k* aux remblais de l'étage supérieur, les remorces s'éloignent alors.

Les difficultés de remblaiement pour le dépilage de l'étage le plus élevé, placé au faîte de la masse, obligent quelquefois à y rompre la retraite au point *h'* (section 3) où la galerie d'allongement sur le mur, *b*, cesse de concourir à l'aérage de celle sous le toit. Les galeries en chemise *c'*, *d'*, *e'*, sont dans ce cas reconstruites dans un ordre inverse de celui de leur suppression, au fur et à mesure que les remorces de la taille sur le mur sont assez recu-

lées pour ne pas être compromises par l'abattage de la jambe de charbon *j* séparant chacune de ces galeries de cette taille.

Les traverses d'aérage 1, 2, 3...(*Pl. VIII*, *fig.* 14, section 2) ainsi que tous les travaux accessoires, tels que la seconde partie x'' des rampes (*fig.* 13, section C) provisoirement établie, les bures d'aérage *z* (section A''') sont considérées par l'ouvrier en retraite comme non existantes. Il recule la partie supérieure des rampes et des bures sans s'en préoccuper, comble l'inférieure, ainsi que les traverses d'aérage devenues inutiles dès que les remorces les atteignent.

Masses inclinées de 45° à 60°.

Travaux préparatoires. La disposition des rampes y est permanente. Placées à 80 mètres de distance l'une de l'autre, elles sont commencées à 2 mètres d'intervalle de la galerie principale de roulage et continuées parallèlement au toit jusqu'à ce qu'arrivées à mi-hauteur d'étage elles joignent alors cette salbande par une petite galerie de traverse *h* (*Pl. IX*, *fig.* 15, section A), puis la suivent en sens opposé jusqu'en *p* au niveau du premier étage. Après avoir fixé l'emplacement *p*, du second étage par une rampe semblable r' prise à l'arrivée de la première *r*, séparé également d'elle par un petit massif de charbon de 2 mètres d'épaisseur, et avoir atteint la fin F du combustible par un système de rampes analogues r'', r''', déterminant de même l'entrée des autres étages p'', p''', on se reporte au plus élevé et on y pousse simultanément la galerie de traverse p''' (section B) et une galerie d'allongement a' contre le toit ; une seconde galerie d'allongement *e* est chassée en sens opposé au-

près du départ de la rampe supérieure r^{iv}, à 1 mètre de distance de cette rampe (section A, B) aboutissant au toit par une petite galerie de traverse *o*, passant respectivement à 2^{m},70 au-dessus et au-dessous du sol des rampes r''' et r^{iv}, afin de ne lui causer aucun préjudice ; continuée le long de cette salbande, cette galerie est terminée à mi-distance de deux rampes consécutives par une galerie de traverse d''' que l'ouvrier prolonge sur le mur jusqu'à la fin *z* du charbon ; puis il la recule isolément par tranches et remorces exclusivement prises au plafond (section B, C) de la galerie jusqu'à son entrée, qu'il condamne ensuite par une muraille *s* après l'avoir parfaitement comblée, ménageant toutefois un passage provisoire sous le toit (section C, D) pour abréger le parcours des tailles latérales *c* et *d*.

On donne à cette galerie de traverse une largeur double de celle des autres, afin d'y rendre l'abattage plus productif, plus avantageux, et de pouvoir donner aux deux parois laissées intactes un fort surplomb sans que les dernières remorces deviennent trop étroites (sections D, E).

En même temps, la première galerie a' ouverte immédiatement contre le toit, pénètre dans une galerie de traverse d''', semblable à la précédente d'' (section A, B) faite par un ouvrier venu de la rampe placée en avant. Ces deux galeries de traverse d''', d_{1}''' sont en outre mises en communication avec le fond de celle p''' par des galeries b, b', percées en suivant le mur.

Les massifs de charbon M et M' renfermés entre les galeries de traverse p''', p_{1}''', p_{2}''', sont donc ainsi subdivisés par celles d_{1}''', d''', chacun en Dépillages.

deux autres *m* et *m'*, *m''* et *m'''*. Les deux parties *m'* et *m''* adjacentes à la galerie de traverse *p'''* composent une section B d'étage desservie par la rampe *r'''* aboutissant à cette traverse; celles opposées *m* et *m'''* appartiendront à deux sections différentes A et C.

Au dépilage des galeries *b*, *b'* (section C'), longeant le mur, commencé dès que celui des galeries de traverse *d'''*, d_{1}'', s'en éloigne, succèdent graduellement ceux de galeries en chemise *c*, *c'*, *c''*,.. préparées, prolongées et reculées conformément au mode appliqué aux masses plus inclinées, par des remorces prises des traverses *d'''*, d_{1}''',.. jusqu'à un mètre de celles *p'''* (section D), puis ensuite comblées et condamnées à leur entrée par une muraille *k*, *k'*, *k''*,.. après l'enlèvement préalable jusqu'à hauteur du plafond, du charbon placé contre la retraite.

Au fur et à mesure que le dépilage de deux avancements en chemise placés vis-à-vis l'un de l'autre est terminé, l'ouvrier en sape alternativement, en reculant, les jambes *j*, *j'*, *j''*,.. communes à la traverse *p'''* et à ces avancements (section D); puis, après avoir soigneusement comblé tout le vide existant, il s'élève à l'entrée de l'étage à hauteur de son plafond par une remorce prise en *h'* contre le toit, dans la rampe, à 5 mètres en arrière de cette entrée; il renouvelle successivement par-dessus les remblais, de *n* en *q*, la galerie de traverse *p'''* (section E) et les galeries d'allongement en chemise *k*, *k'*, *k''*,.. qu'il dépile comme précédemment, laissant la galerie de traverse reconstruite *nq* intacte pour la reculer ensuite isolément, et achever par le dépouillement du toit, au moyen d'une dernière remorce transversale,

le complet enlèvement des massifs *m* et *m'* composant la section (section F).

L'entrée de la galerie d'allongement *e* (section A) étant placée à la même distance du toit que celle précédant la chemise d'aérage, et par conséquent sur son prolongement, ces deux galeries seront réunies ensemble par ce prolongement; le pied de la rampe d'accès à l'étage supérieur ne tardera pas alors, par la même raison, à être transformé en chemise d'aérage; la galerie de traverse *o*, par laquelle cette galerie d'allongement *e* aboutit au toit, sera elle-même convertie eu œillet d'aérage (section D).

Les rampes étant construites et disposées de manière à placer verticalement au-dessus l'une de l'autre les traverses *d'''*, *d''*, *d'*, *d*, limitrophes des sections des divers étages, on pourra promptement commencer à battre ces sections en retraite.

Masses d'une inclinaison de 45°.

Travaux préparatoires.

La préparation des étages, leur division en sections y seraient absolument opérées de la même manière que dans les masses inclinées de 45° à 60°, si la plus faible inclinaison du toit ne dispensait d'y commencer à distance de cette salbande les galeries d'allongement *a* (*Pl. IX, fig.* 16, section A) chassées en sens opposé à celui de l'arrivée des rampes *r*, en permettant de les placer immédiatement entre cette roche sans nuire à ces rampes.

Dépilages.

Soient M, M' deux massifs de charbon limités par les galeries de traverse *p*, *p'*, *p''*,.. et subdivisés en quatre autres par celles *d*, *d'*. Les parties *m'*, *m''*, latérales de la galerie *p'* forment une section B' de retraite, tandis que les deux autres *m* et *m'''* appar-

tiennent à deux sections opposées B'' et B, comme dans le cas précédent. Le mode de dépilage appliqué à ces massifs ne diffère du dernier décrit que par la substitution de galeries de traverse en chemise *c*, *c'*, *c''*, *c'''*, *c*ᴵⱽ,.. (sections B' et A) aux galeries d'allongement. Ces galeries de traverse, poussées d'abord sur l'inclinaison du mur jusqu'aux remblais de l'étage supérieur, sont ensuite prolongées en sens contraire à diverses reprises jusqu'à la galerie *a*, *a'*, longeant le toit, aboutissant chaque fois à une traverse d'aérage *o* ; graduellement remorcées jusque contre cette dernière roche dont le dépouillement, rendu facile par sa faible incliuaison, achève le dépilage de chacune des tailles à son entrée, et par conséquent celui de chaque section à l'entrée de la traverse *p* (section A') placée à l'arrivée de sa rampe. La masse entière de combustible est donc elle-même ainsi entièrement exploitée par des remorces généralement *descendantes*, exclusivement prises à travers bancs : d'où résulte évidemment une économie notable dans les frais de soutènement et une réduction sensible dans les frais d'abattage.

Aérage.

Quand bien même l'impérieuse nécessité ne contraindrait pas le directeur de mines au renouvellement permanent de l'air au fond des tailles, l'humanité lui imposerait le devoir de ne rien négliger pour prévenir les conséquences fâcheuses auxquelles il exposerait l'ouvrier en le plaçant dans une atmosphère insalubre.

La division des étages en sections, leur dépilage immédiat et simultané imposent des conditions

très-défavorables à l'aérage ; ils rendent non-seulement l'ascension et la circulation de l'air très-sinueuses, mais hâtant activement la décomposition des pyrites ferrugineuses, ils donnent lieu en outre à un abondant dégagement de gaz méphytiques accompagné d'un grand développement de chaleur (1).

L'impossibilité d'obtenir des résultats satisfaisants en forçant l'air à remonter au-dessus de son orifice d'entrée (2), a parfaitement justifié l'assertion de M. Combes (3) sur la défectuosité de ce mode, et m'a tout à fait décidé à y renoncer.

Les étages intermédiaires à deux galeries principales de roulage sont aérés par un puits foncé de l'une à l'autre. Ceux placés au-dessus de la plus élevée de ces galeries le sont par un puits débouchant à la superficie appelé puits principal d'aérage. L'air affluant par ces puits est réparti entre les divers étages et leurs sections au moyen de bures et de portes régulatrices.

On évite l'abandon de massifs trop considérables de combustible pour la conservation des puits principaux d'aérage, en les plaçant dans un étranglement, dans une petite couche inférieure peu distante de la masse, et même exclusivement dans le rocher, quand l'application de puissants moyens d'aérage est nécessaire et doit être de longue durée.

(1) Le thermomètre s'éleva dans le courant du mois d'octobre 1844 à 36° 1/2 Réaumur, au fond d'une taille bien aérée.

(2) J'admets que l'air parcourt les travaux en descendant. C'est le cas le plus défavorable ; celui qui se présente en été.

(3) Annales des mines, 3e série, t. XV.

Couches de 2 à 3 mètres de puissance, dont l'inclinaison ne surpasse pas 45°. (Pl. VII, fig 9.)

P est un puits principal d'aérage établi perpendiculairement à la direction moyenne de la couche, sur le mur, et aboutissant de la galerie principale de roulage G à la superficie.

H sont les massifs de charbon destinés à rester intacts pour la conservation de ce puits.

h sont des galeries de traverse inclinées ou cheminées d'aérage placées au pied des rampes.

La couche étant peu inclinée et le toit solide, il existe sous ce toit toujours suffisamment d'espace vide pour y maintenir la circulation de l'air: ce n'est donc que dans quelques cas exceptionnels qu'il est nécessaire de mettre les sections de retraite en communication avec l'étage placé au-dessous par de petites traverses inclinées ou cheminées accessoires d'aérage *q*, ce qui ne présente aucun inconvénient (section M''').

Couches de même puissance et plus inclinées. (Pl. VII, fig. 10, 11 *et* 12.)

On leur applique un mode d'aérage absolument semblable à celui du cas précédent. La plus forte inclinaison de la couche y excluant tout intervalle entre les remblais et le toit, nécessite l'emploi plus fréquent de cheminées accessoires d'aérage.

Masses inclinées de 60° à 90°. (Pl. VIII, fig. 13 *et* 14.)

L'air affluant par le puits principal P est réparti entre les divers étages et s'introduit dans la galerie longeant le toit de chacun d'eux, par une galerie à travers bancs T; puis subdivisé par des

bures d'aérage y, en branches respectivement obligées, au moyen de portes n et k placées immédiatement au-dessous des galeries de traverse formant le lacet des rampes et à l'entrée de celles p''', établies à l'arrivée de ces rampes, de parcourir successivement les tailles de chaque section pour se rendre par des puits d'aérage z'' foncés sur le mur, dans la galerie principale de roulage G, où elles se réunissent pour retourner au jour.

Lorsque les remorces arrivent aux œillets, puits et bures d'aérage, on y place, avant de les combler, une ou plusieurs files de tuyaux construits avec des palplanches, que l'ouvrier prolonge au fur et à mesure qu'il s'élève sur les remblais de ces remorces, afin de ménager la circulation de l'air au fond de la taille.

Il advient néanmoins quelquefois que, malgré toutes les précautions prises, l'air refuse d'avancer jusqu'à l'extrémité d'une remorce. On place alors une porte régulatrice K' dans la traverse d'aérage établie au pied de cette remorce, afin de produire dans les tuyaux placés en avant un courant d'air assez vif et assez intense pour entraîner et renouveler par la diffusion l'air vicié qui est au fond de la taille (sections A'' et B').

Masses inclinées de 45° *à* 60°. (Pl. IX, fig. 15.)

Amené directement dans la galerie d'allongement, sur le mur V' d'un étage, l'air est réparti entre les sections X, Y, a, des étages placés au-dessus, par le prolongement z sur le mur, jusqu'à ces étages, des galeries de traverse p, p', p'',... ouvertes à l'arrivée des rampes; puis il retourne au jour en se rendant, comme dans le cas précédent, dans la galerie principale de roulage G par

des puits *f* profondés contre le toit. (*Pl. IX*, *fig.* 15, sections D et E.) (1).

On obtient le renouvellement permanent de l'air dans chacune des sections d'un étage jusqu'à son entier épuisement par la galerie de traverse p, p''',.. faite à l'arrivée de la rampe desservant cette section, en prolongeant de nouveau, verticalement de *z* en *q*, au moyen de cadres de soutènement, jusqu'à hauteur du plafond de cette galerie de traverse, celle p'' placée directement au-dessous et y aboutissant de l'étage inférieur (section E). La circulation de l'air est temporairement maintenue par la première p''' de ces galeries, après son remblaiement, au moyen de tuyaux d'aérage qu'on enlève et replace de nouveau au fur et à mesure qu'on renouvelle et recule cette circulation (sect. F).

Masses d'une inclinaison inférieure à 45°.

L'aérage en est facile; les moyens les plus simples suffisent dans les cas ordinaires, les excavations faites sous le toit peu incliné de ces masses étant rarement assez comblées pour y interrompre la circulation de l'air entre les diverses sections de retraite.

REVUE GÉNÉRALE.

Conduite des travaux souterrains.

Malgré l'extrême simplicité de leurs principes fondamentaux, les divers systèmes d'exploitation

---

(1) Les dépilages sont supposés dans cette figure plus en retard et par conséquent plus élevés au centre de la masse qu'à ses extrémités : cas exceptionnel, défavorable à l'aérage.

que je viens de décrire ne laissent pas de présenter maintes difficultés dans leur application, telles que, par exemple, exploration d'anciens travaux, exploitation de masses irrégulières placées dans une multitude de conditions différentes, pivotages exceptionnels en avant d'une serrée complète, auprès de puits principaux d'aérage (*Pl. VIII*, *fig.* 13, section H) et de l'issue de galeries principales de roulage. Une grande régularité dans la préparation des tailles, un ordre parfait dans la conduite des travaux sont donc indispensables pour leur bonne exécution.

Un homme spécial placé sous la conduite du gérant est chargé non-seulement de la direction de ses exploitations, mais en outre du soin de toutes les affaires de l'établissement. Deux chefs mineurs, choisis parmi les ouvriers les plus capables, subordonnés l'un à l'autre, exercent constamment leurs fonctions : le premier pendant la nuit, le second pendant le jour. Mis sous la surveillance immédiate d'un de leurs confrères, ils commandent dans chaque atelier. Un chef de brigade recevant une haute paie de ses camarades, et placé sous les ordres du chef mineur de jour, est en outre à la tête des ouvriers extrayant le combustible en compte commun.

Abattage.

Les travaux souterrains sont exécutés sans interruption, sauf les jours fériés, exclusivement à forfait établi : 1° *à taxation limitée* à une époque fixée ou à une distance convenue ; 2° *à taxation provisoire* jusqu'à modification sensible survenue dans la nature de la matière excavée ; 3° *à taxa-*

tion arbitraire quand l'ouvrier refuse de traiter amiablement.

Aucune indemnité, aucune gratification ne sont accordées pour réparation accidentelle, afin d'intéresser l'ouvrier à une bonne exécution de travail.

Chaque galerie ou taille est occupée par deux ouvriers y travaillant alternativement et solidairement à compte à demi. On distingue les paniers de combustible abattus dans chacune d'elles en y adaptant des jetons numérotés.

La spécialité de l'ouvrier est une condition essentielle d'économie et de bonne exécution de travail. On l'obtient en l'occupant constamment, autant que possible, à pousser des galeries ou à reculer des tailles placées dans des conditions analogues.

Les excavations accidentelles sont de graves inconvénients; on doit, à tout prix, les combler ou les effacer par de fortes remorces.

Il est très-important de laisser surplomber les parois intactes des tailles. Cette précaution soulage beaucoup les soutènements des galeries en chemise; elle permet en outre d'enlever la jambe de charbon les séparant de la retraite sans occasionner aucun éboulement, et de retirer à volonté les remblais de l'extrémité des tailles sans les exposer à être envahies par eux.

Les frais de remblaiement des remorces principales, ceux des tranches prises pour l'abattage des piliers de séparation des galeries en chemise, augmentant proportionnellement à la longueur de ces remorces et par conséquent à la hauteur des étages, à l'épaisseur de ces piliers, ces dimensions doivent être convenablement restreintes.

La division des étages en sections n'est pas exempte d'inconvénients; mais ils sont effacés par de nombreux avantages dont les principaux peuvent être énumérés ainsi:

Dépilages immédiats; production abondante nonobstant de faibles ressources, sans travaux prématurés, facile à soumettre à toutes les fluctuations de la consommation; abattage économique, avantageux; épuisement complet des masses de combustible quelles qu'en soient la puissance et l'inclinaison; concentration, centralisation ne laissant rien à désirer, et par conséquent: *économie notable de frais de soutènement; réduction importante de frais généraux; avenir de l'exploitation scrupuleusement ménagé sans aucun préjudice à la sécurité de l'ouvrier et à un aérage satisfaisant.*

Enfin je puis affirmer sans craindre d'être démenti, que quoique dix-huit mois suffisent pour battre en retraite une section d'étage de 50 mètres de longueur sur 5 mètres d'épaisseur, mes systèmes d'exploitation appliqués avec discernement, ordonnés par des chefs mineurs actifs, intelligents et expérimentés, pratiqués par des ouvriers habiles, parviennent à enlever les $\frac{99}{100}$ du combustible dans les conditions les moins favorables.

Ce n'est qu'après plusieurs années d'expériences, d'essais plus ou moins heureux que je suis parvenu à obtenir des résultats aussi satisfaisants. L'aérage fut longtemps le plus grand obstacle à la concentration des tailles. Or, je dois franchement l'avouer, le judicieux mémoire de M. Combes (1) m'a puissamment aidé à le surmonter.

(1) Annales des mines, 3ᵉ série, t. XV.

Extraction.

Le combustible est transporté par les rampes à la galerie principale, puis amené au jour par voie ferrée, dans des paniers de la capacité de 150 kilogr., armés de sabots garnis de fer ruban.

En considération des difficultés de traînage dans les galeries d'allongement, peu inclinées, les rampes doivent être raisonnablement espacées. Une gare est placée au pied de chacune d'elles afin d'y charger les wagons sans entraver le parcours de la galerie principale de roulage.

Un wagon porte cinq paniers et est sorti par un seul homme (1). Chaque panier de combustible livré au commerce coûte pour fourniture et entretien de $0^f,03$ à $0^f,03$ 1/2, et pour main d'œuvre d'extraction, de $0^f,08$ à $0^f,10$.

Les diverses dispositions des rampes ne sont pas fondées sur de faibles considérations; elles n'ont pas été légèrement ni capricieusement adoptées. Celle des rampes continues est certainement la plus simple et la plus naturelle; mais elle serait défectueuse pour l'achèvement du dépilage des sections dans les masses d'une inclinaison supérieure à 60°: ne permettant pas de superposer verticalement les traverses limitrophes des sections des divers étages, dans celles moins inclinées, elles y retarderaient la succession des dépilages. Le mode d'exploitation appliqué aux masses de 45° à 60° est incontestablement le plus

(1) On peut donc avantageusement se passer de chevaux pour le service d'une voie ferrée soigneusement placée et entretenue à l'intérieur avec une pente uniforme.

favorable à la concentration, puisque l'intervalle entre les rampes peut y être doublé sans lui causer aucun préjudice et sans allonger le trajet des tailles à la galerie principale de roulage. Il est donc regrettable que la difficulté présentée par l'achèvement du dépilage des sections sous un toit plus incliné, excluent dans ce cas le même mode d'exploitation.— Le dernier système décrit, celui du dépilage par remorces à travers bancs en majeure partie descendantes, est néanmoins le plus avantageux sous tout autre rapport, ainsi que je l'ai déjà observé. Il doit être préféré quand la faible inclinaison du toit en rend le dépouillement facile.

Tous les efforts tendant à la centralisation, aucune mesure propre à augmenter le chiffre de production des galeries principales de roulage, à les maintenir au même degré d'importance jusqu'à leur épuisement, ne doit être négligée. Ces galeries sont donc activement poussées, sans relâche, afin de ménager les massifs de combustible les plus rapprochés de l'issue des travaux en concentrant les ouvriers en avant. Dès que le fond du premier étage est suffisamment reculé, on commence à dépiler celui du rez-de-chaussée lui-même par la galerie principale de roulage G qui y est établie (sections C et B″) (*Pl. IX, fig.* 16), jusqu'à ce que ce premier étage *aa′* étant sur le point d'être entièrement battu en retraite (sections *A* et *A′*) on soit contraint de transférer l'atelier plus bas. Considérant alors ce rez-de-chaussée G comme l'étage le plus élevé de la galerie inférieure principale G′ poussée sur ces entrefaites jusqu'à son terme, on en continue le dépilage par cette galerie dont les rampes correspondent à cette

fin symétriquement aux siennes (sections B, B′, B″, Ċ).

Dissertation sur l'application des systèmes décrits à l'exploitation de la houille.

La nécessité d'une abondante production imposée par la difficulté de s'acquitter d'engagements embarrassants à remplir, par le besoin de recouvrer des débours considérables, de mettre un terme à un effrayant accroissement de frais généraux et d'en atténuer l'influence pernicieuse sur les prix de revient, le désir de satisfaire à des demandes nombreuses, font trop souvent négliger les soins indispensables pour l'épuisement parfait, intégral des gîtes houillers. Ceux qui présentent les conditions les plus favorables sont souvent les plus mal exploités. Les énormes frais qu'occasionne le profondement des puits dans les concessions d'Anzin, la rapidité avec laquelle s'exploitent les couches de faible puissance, n'ont probablement pas été étrangers au perfectionnement de ses travaux. L'art d'exploiter laissait beaucoup à désirer avant la publication du mémoire que j'ai signalé. Celui d'explorer pourrait être perfectionné encore par la géologie trop préoccupée peut-être de théories abstraites, utiles à la science sans doute, mais qui, ignorées du praticien ou mal comprises par lui, ne présentent qu'un intérêt secondaire à cet art. Les progrès de la chimie ont été également plus rapides que ceux de la métallurgie : l'usage de la spatule est plus agréable que celui du râble ! Il existe cependant dans quelques localités des relations assez importantes entre les accidents de la superficie

du sol et ceux des gîtes minéraux qu'il recouvre, pour mériter d'être sérieusement étudiées. Ainsi, par exemple, les masses d'anthracite des Alpes prennent généralement naissance sous des mamelons, se prolongent et se terminent avec eux, dans une direction absolument semblable à celle de leur crête. Chaque modification dans cette direction est accompagnée d'un étranglement. La régularité de ces masses, leur étendue, sont donc relatives à celles de ces mamelons. Elles se prolongent rarement au delà d'affaissements marquants ; quand ils sont moins apparents, elles ne sont interrompues que jusqu'au prochain relèvement du sol. La dureté de l'anthracite est en raison de celle de ses salbandes et de leur inclinaison ; cette inclinaison est elle-même en rapport avec celle du versant du mamelon. La connaissance superficielle de ces lois invariables révèle les principes auxquels doivent être astreintes les recherches d'anthracite dans le canton de La Mure. Une étude plus approfondie conduirait probablement à des conséquences d'un intérêt plus général.

De bons procédés ont été proposés pour l'exploitation des masses de houilles ; mais ils ne furent pas même mis à l'essai, probablement parce qu'ils reposaient sur ce principe fondamental : « Pénétrer autant que possible préalablement au fond du gîte, afin de l'exploiter en remontant. » Cette condition paraît avoir inspiré une telle répugnance, que plutôt que d'y soumettre les masses exploitées par piliers et galeries, on n'hésite pas quelquefois à en compromettre l'avenir en n'en enlevant qu'une très-faible partie et en les exposant à de fréquents incendies, conséquence fu-

neste, mais inévitable, de la ruine d'étages abandonnés, qui ne pouvant être prévenue par l'immersion, ne le serait que par un entretien trop onéreux. Ces inconvénients sont du reste inhérents à tous les modes de dépilage ne consistant pas dans le *remplacement des massifs de* combustible enlevés par des remblais. Cette mesure, prescrite dans les meilleurs systèmes d'exploitation proposés, y est donc jugée bien nécessaire.

Principalement acquises par la pratique, mes connaissances sont trop bornées pour me permettre aucune critique sur les procédés en usage. Cette dissertation m'est donc uniquementsuggérée par l'espoir de faire jaillir quelque faible étincelle de lumière par le choc d'idées vagues, produit par des réflexions superficielles précipitamment exposées.

Subordonnée à la condition d'exploiter les masses de bas en haut, la recommandation du remblaiement a dû paraître étrange à une époque où la houille était encore de faible valeur; indépendante, exclusive, elle n'eût probablement pas alors été mieux accueillie. Quoique exempte de cette sujétion en satisfaisant à toutes les autres conditions imposées, l'application intégrale de mes systèmes ne me paraît également convenir qu'à des masses placées assez favorablement pour n'avoir à y redouter aucun danger d'inondation. Quant à leur application modifiée, elle ne pourrait être faite que dans des localités où la houille est à un prix élevé.

Pratiqués avec succès depuis plusieurs années dans des mines importantes, ces systèmes ne peuvent être regardés comme une théorie imaginaire. Les avantages que j'ai signalés ne sont nul-

lement exagérés; authentiquement constatés, ils ne peuvent être réfutés; reposant sur des principes invariables, c'est par l'application de ces principes que nous devons les rechercher dans l'exploitation des masses de houille. Les conditions essentielles de réussite seraient donc:

1° Préparation régulière, non prématurée des étages et des galeries; leur division en sections et leur dépilage immédiat.

2° Enlèvement complet du combustible en maintenant constamment, au moyen de remblais, les tailles dans les conditions d'une galerie ordinaire, sans préjudice des avantages du dépilage proprement dit obtenus de l'abattage par tranches.

Ne produisant ainsi volontairement aucune excavation dangereuse, il conviendrait encore d'éviter d'en occasionner accidentellement par la négligence ou par une économie mal entendue de soutènement. Or il est bien avéré que quoique l'essence en soit plus dure, la consistance de l'anthracite de l'Isère est moindre que celle de la houille en général. Il compose des masses puissantes, fissurées en divers sens, renfermant une multitude de bancs de charbon tendre et friable. Les vastes excavations y sont impraticables; l'action de l'air y détériore promptement les parois angulaires formées par le croisement des galeries. Les travaux préparatoires doivent donc y être faits avec ménagement, en temps opportun; les dépilages exécutés avec précaution. Le mode d'exploitation par piliers et galeries y serait par conséquent inapplicable. On enlève d'ailleurs intégralement, dans la concession de Lamotte, non-seulement des masses de combustible dans lesquelles

il est impossible de pénétrer sans de bonnes précautions de soutènement, mais on explore en outre d'anciens travaux pour en retirer des massifs primitivement abandonnés parce qu'ils étaient jugés trop friables. Les procédés d'exploitation que j'y ai introduits sont donc également favorables à l'abattage au pic et à celui à la poudre, et par conséquent applicables à toute espèce de masse minérale fournissant assez de remblais pour en opérer le complet épuisement.

L'adoption du premier système décrit procurerait, dans les couches de 2 mètres à 3 mètres de puissance, une concentration aussi compacte que celui par *grandes tailles*; il y exposerait moins l'ouvrier sans occasionner de plus grands frais de soutènement. Les remblais n'y manqueraient pas, si les couches étaient recouvertes par une roche ébouleuse. Il suffirait pour dépouiller sur toute son étendue un toit au contraire solide, de l'appuyer par des étais placés latéralement aux tailles sur des murailles transversales disposées en gradins et construites avec des débris de roche appliqués antérieurement au même usage et retirés des excavations voisines à une distance convenable des massifs environnants.

Les produits stériles de l'abattage, les éboulements de la roche recouvrant les *masses* de houille ne suffisant pas pour combler les vides produits par l'enlèvement de ce combustible, ne pourrait-on espérer parvenir à y suppléer en établissant successivement de haut en bas des galeries principales de roulage horizontales G, G′, G″, G‴, aboutissant d'un puits commun ou directement de la superficie du sol aux deux extrémités de ce massif destiné à être exploité par elles. Placées à

une distance verticale convenable l'une de l'autre, ces galeries formeraient des étages continus dont les travaux préparatoires se réduiraient à la galerie d'allongement sous le toit a, a', a''..., à quelques galeries de traverse t', t''... et bures d'aérage p (*Pl. VIII*, *fig.* 17).

Une galerie b commencée au fond de chaque étage (sections 1, 2 et 3), puis prolongée à diverses reprises jusqu'à son issue parallèlement à la galerie principale du roulage G′, à 2 mètres d'intervalle, serait considérée comme chemise d'aérage et par conséquent dépilée simultanément avec la galerie d'allongement sous le toit a par des remorces et tranches, conformément aux procédés décrits, à cette différence près :

1° Que la galerie principale de roulage G′ représentant la galerie d'allongement sur le mur serait laissée intacte en ne commençant à abattre le charbon entre cette salbande et la galerie d'allongement b qu'à la hauteur strictement nécessaire, au-dessus de la couronne de cette galerie principale, pour ne pas nuire à sa stabilité (sections 3 et 4) ;

2° Que le vide produit par les remorces et par les tranches latérales qui les précèdent, serait comblé avec les déblais provenant d'excavations au rocher, ou avec des remblais amenés de la superficie. Ces remblais seraient amenés : dans l'étage G′ le plus élevé par une galerie principale G analogue aux précédentes (section 1) établie au faîte de la masse ; dans l'étage inférieur G″, par celle G′... située immédiatement au-dessus et laissée à cet effet momentanément intacte, puis isolément reculée de manière à en tenir l'extrémité constamment rapprochée de celle h de la taille placée au-dessous pour en effectuer facilement le rem-

blaiement opéré en outre par les bures *p* foncés sur le mur et aboutissant aux deux galeries G′ et G″ (section 4).

En enlevant ainsi la partie supérieure de la masse du combustible sur une hauteur verticale, déterminée en raison inverse de la quantité de matières stériles produites par l'abattage et par les excavations au rocher, et en raison directe de l'étendue de cette masse, de son inclinaison, de la consistance de ses salbandes, on formerait un dépôt de remblais suffisant pour alimenter toutes les tailles de la partie inférieure et rendre possible son enlèvement par les procédés appliqués à l'anthracite.

Ce mode me paraîtrait essentiellement propre à l'exploitation des couches de 2 mètres à 3 mètres de puissance dont l'inclinaison surpasserait 45°, dans lesquelles l'abattage pourrait probablement être opéré par *remorces descendantes*.

Je ne puis cependant me le dissimuler, les affaissements résultant de vastes excavations produiraient infailliblement des crevasses livrant issue aux eaux pluviales. Cet inconvénient est fort grave sans doute, mais il n'est pas péremptoire, et ne peut faire condamner ma méthode. Aucun des systèmes usités n'en est absolument exempt si l'application n'en est faite à une immense profondeur. L'*ouvrage en travers*, quoique justement prôné pour les modifications qui y furent introduites au Creusot, laisse encore néanmoins à désirer. Les massifs de combustible sapés sur une grande étendue et suspendus sur les remblais doivent y exercer une énorme pression ; donner lieu à des tassements considérables et par conséquent à des affaissements irréguliers de ces massifs ; occasionner des frais dispendieux de soutènement,

augmentés par l'instabilité de la galerie principale d'extraction; concourir enfin avec le transport, par des bures, du combustible des tailles à cette galerie, à la prompte désagrégation de ce combustible.

Or, dans le cas où on ne pourrait espérer parvenir à garantir les travaux d'inondation par l'application des puissants moyens d'épuisement que le génie industriel met à notre disposition, concurremment avec de fortes tranchées d'écoulement faites autour des affaissements produits à la superficie, nonobstant la préparation anticipée d'étages inférieurs formant de vastes réservoirs d'eau, lorsque des averses, l'abondance des pluies rendraient ces moyens momentanément insuffisants, ne serait-il pas dans ce cas préférable encore d'exploiter de *haut en bas* la masse entière par des étages espacés en raison de leurs frais d'établissement, conformément au mode que je viens de proposer pour former un dépôt permanent de remblais? Ce procédé n'étant qu'une simple modification de celui usité au Creusot ne doit pas paraître absurde; et quand bien même il imposerait quelques sacrifices extraordinaires, les avantages énumérés dans la revue générale, joints à celui de *mettre à l'abri de tout danger d'embrasement*, ne sont pas à dédaigner. L'effrayante consommation d'un minéral que les progrès de l'industrie rendent journellement plus précieux, faisant entrevoir l'épuisement prochain des bassins houillers les plus étendus, quelque précaution que l'on prenne pour en prolonger la durée, est une considération qui mérite d'ailleurs une bien sérieuse attention !

EXPLICATION DES PLANCHES VII à IX.

Pl. VII.

Fig. 1 a 8. Modes d'exploitation des tailles.

Fig. 9. Exploitation de couches de 2 à 3 mètres de puissance, et d'une inclinaison inférieure à 45°.

Fig. 10. Exploitation de couches de 2 à 3 mètres de puissance, dont l'inclinaison surpasse 45°.

Fig. 11 et 12. Détails d'aérage.

Pl. VIII.

Fig. 13, 13' et 14. Exploitation de masses d'une inclinaison supérieure à 60°.

Pl. IX.

Fig. 15. Exploitation de masses inclinées de 45 à 60°.

Fig. 16. Exploitation de masses inclinées à 45° et au-dessous.

Pl. VIII.

Fig. 17. Modification qu'il conviendrait d'apporter aux modes d'exploitation ci-dessus pour les appliquer à d'autres masses minérales.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT LES MINES, USINES, ETC.

NOTA.

L'article 1er de l'arrêté inséré, sous la date du 9 octobre 1848, dans le tome X, p. 566, 4e série, des Annales des mines (règlement sur les gîtes de minerai de fer de l'Algérie), *n'a pas été reproduit d'une manière exacte. Le texte de cet article est ainsi conçu :* Gîtes de minérai de fer de l'Algérie.

Art. 1er. Sont provisoirement déclarés inapplicables en Algérie l'article 3 de la loi du 21 avril 1810, en ce qui concerne les minerais de fer dits *d'alluvion*, et les articles 59 à 69 inclusivement de la même loi, relatifs aux minerais de fer d'alluvion et aux mines de fer en filons ou en couches exploitables à ciel ouvert.

Arrêté du Président du conseil, chargé du Pouvoir exécutif, en date du 18 décembre 1848, qui modifie le tarif des droits de navigation établis sur le canal du Centre. Droits de navigation pour la houille, la tourbe, etc., sur le canal du Centre.

(Extrait.)

Le Président du conseil des ministres, chargé du Pouvoir exécutif,

Vu la loi du 28 fructidor an V, qui a établi la perception d'un droit de navigation sur le canal du Centre;

Vu le tarif, tel qu'il résulte de ladite loi et des modifications qui y ont été apportées par l'arrêté du 16 messidor an VIII et par les décrets des 23 janvier 1806, 29 mai 1808 et 5 août 1813;

Vu la loi du 9 juillet 1836 et le tarif y annexé (tableau B);

Vu les propositions faites, savoir, le 25 juillet 1848, par la compagnie des canaux d'Orléans et de Loing, et, le 11 septembre suivant, par la compagnie du canal de Briare, concernant les nouvelles taxes à percevoir sur ces lignes de navigation;

Sur le rapport du ministre des finances,

Arrête :

Art. 1er. A partir du 1er février 1849, les droits de navigation établis sur le canal du Centre seront perçus par myriamètre (et par tonne de 1000 kilogrammes), conformément au tarif ci-après :

. . . .

Houille, tourbe, engrais de toute sorte, pierres de taille, moellons, cailloux, marne, sable, argile, verre cassé, plâtre, chaux ciment, briques, tuiles et ardoises, dix centimes, ci. 0f,10

PREMIER SEMESTRE 1849.

Carrières souterraines de la commune de Chancelade (Dordogne).

Rapport à M. le Ministre des travaux publics.

Paris, le 8 janvier 1849.

Monsieur le ministre,

Les ingénieurs des mines et le préfet de la Dordogne ont proposé d'appliquer aux carrières souterraines de la commune de Chancelade, le règlement qui a été établi, par ordonnance du 1er février 1837, sur les carrières de Brantôme, situées dans le même département.

Le conseil général des mines est d'avis d'adopter ces propositions.

Ces deux groupes de carrières présentent, en effet, le même gisement, le même mode de travaux, et leur exploitation exige ainsi des précautions semblables.

Conformément aux dispositions admises dans les divers règlements de cette nature, en exécution de l'article 81 de la loi sur les mines, du 21 avril 1810, et des prescriptions du décret du 3 janvier 1810, sur la police souter-

raine, le règlement de 1837 des carrières de Brantôme enjoint à chaque propriétaire ou entrepreneur qui veut continuer à exploiter une carrière, ou en ouvrir une nouvelle, d'en faire la déclaration au préfet.

Il charge l'ingénieur des mines et le maire de la commune d'exercer la surveillance des travaux.

Il détermine les conditions spéciales d'exploitation, telles que la largeur à donner aux galeries, l'épaisseur à réserver au faîte des ateliers et entre chaque chantier d'extraction, la coordination respective des ouvrages à plusieurs étages, de manière à prévenir les éboulements.

Quant aux contraventions, il renvoie à la juridiction administrative, c'est-à-dire aux conseils de préfecture, les infractions qui compromettraient la sûreté des ouvriers ou la solidité des habitations de la surface, et aux tribunaux ordinaires les simples infractions de police. Ces dispositions sont fondées sur les articles 50, 82, 93 et suivants de la loi précitée du 21 avril 1810, et sur les lois relatives à la grande voirie.

On s'est demandé s'il ne conviendrait pas d'attribuer aux tribunaux ordinaires la connaissance de toutes ces infractions, quelle que fût leur nature. Cette question, et plusieurs autres qui se rattachent au régime des carrières, se sont élevées à l'occasion d'un projet de révision des anciens règlements de 1813, sur les carrières du département de la Seine et de Seine-et-Oise, dont l'administration s'occupe, et elles avaient déterminé à ajourner l'affaire relative aux carrières de Chancelade; mais leur solution peut tarder longtemps encore. Pour modifier les ordres de juridiction, tels qu'ils résultent des lois existantes, si l'on juge en définitive ces modifications nécessaires, il faudra recourir à de nouvelles mesures législatives.

En attendant, il paraît convenable d'appliquer aux carrières de Chancelade le règlement des carrières de Brantôme, dont les bons effets se trouvent constatés par une expérience de plusieurs années, et qui est en harmonie avec les lois actuelles de la matière.

D'après la jurisprudence établie par de nombreux précédents, il suffit, pour ces sortes d'applications, d'une décision ministérielle, et j'ai l'honneur, monsieur le mi-

nistre, de vous soumettre, en conséquence, l'arrêté ci-joint.

Veuillez agréer, monsieur le ministre, l'expression de mon dévouement respectueux.

Le chef de la division des mines,
Signé SALOMON.

Arrêté du Ministre des travaux publics, en date du 9 janvier 1849, relatif à l'exploitation des carrières souterraines de la commune de CHANCELADE (Dordogne).

Le ministre des travaux publics,

Vu les propositions des ingénieurs des mines et du préfet de la Dordogne, tendant à appliquer aux carrières souterraines de Chancelade le règlement du 1er février 1837, relatif aux carrières de la commune de Brantôme, même département;

L'avis du conseil général des mines,

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. Les carrières souterraines de pierre à bâtir, ouvertes ou à ouvrir dans la commune de Chancelade, département de la Dordogne, seront, à compter de la publication du présent arrêté dans ce département, soumises aux mesures d'ordre et de police prescrites par le règlement du 1er février 1837, relatif aux carrières de Brantôme.

Art. 2. Le présent arrêté sera inséré au recueil des actes administratifs du département. Il sera en outre publié, ainsi que le règlement du 1er février 1837, dans la commune de Chancelade, à la diligence du préfet et par les soins du maire, lequel en donnera connaissance spéciale aux entrepreneurs de carrières.

Des expéditions en seront adressées au sous-préfet et aux ingénieurs des mines, pour qu'ils en assurent l'exécution, en ce qui les concerne.

Paris, le 9 janvier 1849.

Signé T. LACROSSE.

Arrêté du Président de la République, en date du 11 janvier 1849, concernant le remboursement, à l'exportation, de la taxe de consommation sur le sel ayant servi à la préparation des viandes et beurres salés et du sel ammoniac.

Taxe de consommation sur le sel servant à la préparation des viandes et beurres salés et du sel ammoniac.

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre des finances,

Vu les lois des 7 juin 1820, 17 mai 1826 et les ordonnances des 22 juin 1820, 23 novembre 1825 et 28 juillet 1840, qui accordent le remboursement, à l'exportation, de la taxe de consommation sur le sel ayant servi à la préparation des viandes et beurres salés et du sel ammoniac;

Vu la loi du 28 décembre 1848, qui réduit cette taxe, à partir du 1er janvier 1849, de trente francs à dix francs par cent kilogrammes;

Arrête :

Art. 1er. Le remboursement, à l'exportation, de la taxe de consommation sur le sel ayant servi à la préparation des viandes et beurres salés et du sel ammoniac, aura lieu désormais d'après le taux établi par l'article 2 de la loi du 28 décembre 1848, et conformément aux proportions déjà déterminées par les lois et règlements en vigueur.

Art. 2. Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Loi du 13 janvier 1849, relative aux droits d'entrée sur les sels étrangers (1).

Droits d'entrée sur les sels étrangers.

L'Assemblée nationale a adopté et le président de l'Assemblée promulgue la loi dont la teneur suit :

Art. 1er. A dater du 1er février 1849, les sels étrangers seront admis en France aux conditions suivantes :

Par mer et dans les ports de l'Océan et de la Manche, en payant par 100 kilogrammes :

Sous pavillon français.	1f 75c
Sous pavillon étranger.	2 25

(1) Voir, ci-après, p. 654, la circulaire du 20 janvier 1849.

Les sels étrangers raffinés, blancs, égrugés, pulvérisés et de la qualité dite *de table*, entreront en France en payant par 100 kilogrammes :

Par la frontière de Belgique. . . .	2f 75c
Par mer et par les ports de l'Océan et de la Manche,	
Par navires français.	2 75
Par navires étrangers.	3 25

Art. 2. Il sera fait, en 1849, une enquête parlementaire sur la production et sur le commerce des sels en France.

Mine de fer d'Aytua.

Arrêté du Président de la République, en date du 16 *janvier* 1849, *relatif à l'extension de la concession de la mine de fer d'*Aytua (Pyrénées-Orientales).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est accordé au citoyen Eugène Roca, propriétaire de la mine de fer d'Aytua, département des Pyrénées-Orientales, dont la concession a été instituée par l'ordonnance du 31 décembre 1834, une extension de concession sur des terrains contigus à l'Ouest, dans l'ancienne commune d'Escaro, et limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé au présent arrêté, savoir :

A l'*Est* et au *Nord-Est*, à partir du roc de Fouguères, point A, par une ligne sinueuse formant la séparation des territoires des anciennes communes d'Escaro et d'Aytua, et faisant partie de la limite occidentale de la concession actuelle d'Aytua, jusqu'au confluent du ruisseau de Las Planes avec la rivière de Bail-Marsanne, point C du plan ;

A l'Ouest, à partir dudit point C et en remontant la rivière de Bail-Marsanne, qui, dans sa partie supérieure, porte le nom de ruisseau de la Coume-Nègre ou de l'Orry, par lesdits rivière et ruisseau, jusqu'au confluent du ruisseau de la Coume, point B du plan ;

Au Sud, à partir dudit point B, par une ligne droite allant au roc de Fouguères, point A du plan et point de départ du périmètre ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, vingt-huit hectares.

Art. 2. Par suite de cette extension, la concession d'Aytua est délimitée, conformément audit plan, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, à partir du point D, situé sur le bord de la rivière de Bail-Marsanne, à 1960 mètres à vol d'oiseau du centre du village d'Aytua, par une ligne brisée formant la limite de l'ancienne commune d'Aytua, passant par le sommet le plus élevé du Pla de Tartès, et aboutissant au fond du ravin de Bailloubère, au point E du plan, à 2,140 mètres à vol d'oiseau du centre du village d'Aytua;

A l'Est et *au Sud*, à partir dudit point E, par une suite de lignes brisées formant les limites de l'ancienne commune d'Aytua, et passant par le Sarrat du Bac, le sommet le plus élevé du Sarrat de Las Garbères, le Sarrat de Couloumé, le Pilon du Col de Fins, le sommet le plus élevé du Sarrat de Kirous, la borne de Comproux, et aboutissant à un rocher situé dans la rivière d'Aytua et sur lequel une croix est gravée, au tronc d'Alaric; puis par la rivière d'Aytua jusqu'à sa source, et de cette source par une ligne droite menée au roc le plus élevé du pic de l'Escale ;

A l'Ouest, à partir du sommet du pic de l'Escale, par une suite de lignes brisées formant l'ancienne limite du territoire d'Aytua, et passant par la Serre de Fouguères jusqu'au roc de Fouguères, point A du plan; puis par une ligne droite allant dudit point A au confluent des ruisseaux de la Coume et de l'Orry, point B du plan; puis par le cours du ruisseau de l'Orry ou de Coume-Nègre, et ensuite de la rivière de Bail-Marsanne jusqu'au point de départ D, situé à 1,960 mètres du centre du village d'Aytua;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de six kilomètres carrés, soixante-treize hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les art. 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés pour les terrains ajoutés à l'ancienne concession d'Aytua, compris dans les limites énoncées en l'art. 1er du présent arrêté, à une rente de 10 centimes par hectare.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les sti-

pulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de l'extension de la concession des mines de fer d'Aytua.

(Extrait.)

Art. 13. Le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'article 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. 14. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

Art. 26. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Mines de fer des Grabonnières de Châtenois.

Arrêté du Président de la République, en date du 16 janvier 1849, portant délimitation de la concession des mines de fer des GRABONNIÈRES DE CHATENOIS (Haut-Rhin).

(Extrait).

Art. 1er. La concession des mines de fer dans l'arrondissement de Belfort (Haut-Rhin), à laquelle la compagnie des forges d'Audincourt et dépendances a droit, en vertu de l'acte de vente nationale, passé le 26 ventôse an V, au profit du sieur Christophe Antonin, et de la vente faite, tant par ce dernier que par ses copropriétaires, à ladite compagnie, le 14 août 1833, est délimitée, sous le nom de *concession des Grabonnières de Châte-*

nois, ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé au présent arrêté :

Au Nord, par la ligne brisée indiquant les limites des communes de Châtenois et de Berment, depuis la borne nº 100, point Q du plan, jusqu'à la borne tribanale des deux communes susnommées et de la commune de Tretudans, point A du plan ;

A l'Est, par une ligne droite tirée de ce point A à la borne nº 28, située sur la ligne séparative des deux communes de Châtenois et de Nommay, point B du plan ;

Au Sud, par une ligne courbe servant de limite à la commune de Nommay, depuis ce point B jusqu'à la borne nº 24, point D du plan ;

A l'Ouest, par une ligne droite tirée de ce point D au point de départ Q ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, cinquante-six hectares.

Art. 4. . . . .

Elle (la compagnie concessionnaire) sera en outre tenue, conformément à l'art. 53 de la loi du 21 avril 1810, d'exécuter les conventions qui seraient intervenues entre elle ou ses auteurs et les propriétaires du sol.

Cahier des charges de la concession des mines de fer des Grabonnières de Chatenois.

(Extrait.)

Art. 2. Dans un délai d'un an, à compter de la notification de l'arrêté de concession, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes des mines et des travaux déjà exécutés ; ces plans étant dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Il y joindra un mémoire indiquant, avec détails, le mode d'exploitation qu'il se proposera de suivre. L'indication de ce mode d'exploitation sera aussi tracée sur les plans et coupes.

Les cotes de hauteur ou de dépression des points principaux, tels que les orifices des puits ou galeries, les points de jonction des galeries avec les puits et les intersections des galeries entre elles, par rapport à un plan horizontal fixe et déterminé, seront écrites en mètres et centimètres sur les plans.

Art. 4. Lorsque le concessionnaire voudra ouvrir un nouveau champ d'exploitation, il adressera au préfet un

plan qui devra se rattacher au plan général de la concession, et un mémoire indiquant le projet de travaux; le tout dressé conformément à ce qui est prescrit par l'article 2 ci-dessus. Le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, approuvera ou modifiera ce projet, ainsi qu'il est dit à l'article 3.

Lorsqu'il y aura nécessité d'interrompre les travaux d'exploitation, par suite d'une trop grande affluence d'eaux ou d'éboulements, le concessionnaire en donnera avis au préfet du département. Il lui fera connaître, à l'avance, l'époque de la reprise des travaux inondés ou éboulés, et le plan qu'il se proposera de suivre. Il sera procédé, dans ce cas, comme il vient d'être dit pour un nouveau champ d'exploitation.

Art. 11. Les puits destinés à la descente des ouvriers pourront être simplement garnis de fascinage, si l'ingénieur des mines reconnaît que ce mode de boisage procure une solidité suffisante. Les treuils et cordes servant à l'entrée et à la sortie des ouvriers seront établis et entretenus avec le plus grand soin, et les treuils seront munis de freins. Le concessionnaire sera, au surplus, tenu de se conformer, en ce qui concerne ces puits, les cordes et treuils, à tout ce qui lui sera prescrit par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. 12. En exécution de l'article 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira aux hauts-fourneaux de Belfort et Châtenois, tant que ces fourneaux seront en activité, la quantité de minerai nécessaire au roulement de ces fourneaux, au prix qui sera fixé par l'administration.

Art. 13. Lorsque l'approvisionnement des usines ci-dessus désignées aura été assuré, le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'art. 65 de la loi du 21 avril 1810 pour les exploitations de minières de fer.

Art. 14. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

Arrêté du Président de la République, en date du 16 janvier 1849, qui autorise les héritiers ou ayants-cause du citoyen Roy *et de la citoyenne d'*Albon, *à maintenir en activité la forge de* Rugles, *située sur la rivière de* Risle, *dans la commune de* Rugles (Eure). **Forge de Rugles.**

Cette usine est et demeure composée de trois feux d'affinerie, dits feux de grosses forges, et des machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du fer.

Arrêté du Président de la République, en date du 19 janvier 1849, qui accorde aux citoyens Jean-Etienne Collin *et* Frédéric Chatrousse *la concession de mines de zinc, plomb et cuivre, situées dans la commune de* Laffrey, *arrondissement de* Grenoble (Isère). **Mines de zinc, plomb et cuivre de la Pereire.**

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Pereire*, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par la ligne séparative des communes de Saint-Pierre-de-Mésage et de Laffrey, depuis l'intersection A du chemin de la Boujonnière avec le ruisseau de Jonchy, jusqu'au point B où le ruisseau du moulin du Lac-Mort rencontre le territoire de Saint-Pierre-de-Mésage ;

A l'Est, par la ligne droite partant du point B, rencontre du ruisseau du moulin du Lac-Mort avec le territoire de Saint-Pierre-de-Mésage, et allant joindre le point C, naissance du ruisseau de Jonchy par lequel s'écoule le trop-plein du Grand-Lac ;

Au Sud et *à l'Ouest*, par une ligne droite menée dudit point C, naissance du ruisseau de Jonchy, au point D, où ce ruisseau traverse une seconde fois la route nationale de Grenoble à Gap, à l'extrémité Nord du village de Laffrey ; et, à partir de là, par une autre ligne droite

allant aboutir à l'intersection A du chemin de la Boujonnière avec le ruisseau de Jonchy, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 2 kilomètres carrés, 7 hectares, 27 ares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente de cinq centimes par hectare.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de zinc, plomb et cuivre de LA PERRIÈRE.

(Extrait.)

Art. 2. Pour préparer l'exploitation des gîtes découverts dans l'étendue de la concession et qui ont déjà été l'objet de travaux de recherche superficiels, les concessionnaires ouvriront, au-dessus de ces travaux, des galeries dirigées de manière à atteindre les gîtes aussi bas que possible, pour servir à la fois à l'extraction du minerai et à l'écoulement de l'eau. Ces galeries seront boisées suivant les règles de l'art, partout où il en sera besoin, et menées avec la pente uniquement nécessaire pour l'écoulement. Leur emplacement, ainsi que leurs dimensions en largeur et hauteur, seront fixés par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus.

Art. 27. Les concessionnaires ne pourront établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de leurs mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Mines de cuivre d'Avène.

*Arrêté du Président de la République, en date du 24 janvier 1849, portant acceptation de la renonciation des propriétaires de la mine de cuivre d'*AVÈNE (Hérault) *à la concession de ladite mine.*

Arrêté du Président de la République, en date du 24 janvier 1849, qui autorise le citoyen Barrachin *à établir deux bocards pour la préparation du minerai de fer, sur la tête d'eau de la retenue du haut-fourneau qu'il possède au lieu dit* Cailleau-Fontaine, *dans la commune de* Signy-le-Petit (Ardennes.) Bocards, à Signy-le-Petit.

Arrêté du Président de la République, en date du 1er février 1849, qui accorde au citoyen de la Brousse de Veyrazet *la concession de mines de houille situées dans la commune de* Buxière-la-Grue, *arrondissement de* Moulins (Allier). Mines de houille de Buxière-la-Grue.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Buxière-la-Grue,* est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

Au *Nord,* par la rivière de Morgon, à partir du point M où elle traverse le chemin de Courtioux à la Jagautière, jusqu'au point P où elle est coupée par la limite Ouest de la concession de la Courolle ;

A l'*Est*, par ladite limite, depuis le point P jusqu'au point C déterminé par la rencontre d'une ligne droite joignant l'angle Sud des bâtiments du domaine de la Gilardière avec l'angle Ouest de la locaterie de la Vicairerie, et d'une autre ligne droite allant du moulin brûlé à l'angle Sud-Est des bâtiments du domaine de Suivière, ledit point C formant l'angle Sud-Ouest de la concession de la Courolle ;

Au *Sud*, par une ligne droite allant dudit point C à l'angle le plus à l'Est des bâtiments du domaine de Picau, mais en l'arrêtant au point R' où elle rencontre une ligne droite menée dudit point M à l'embranchement Q des chemins de Buxière-la-Grue à Busseroles et aux Granges ;

A l'*Ouest*, enfin, par la partie de cette dernière ligne droite comprise entre ledit point R' et le point M où la rivière de Morgon traverse le chemin de Courtioux à la Jagautière, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, dix hectares.

Art. 4. La présente concession de mines de houille et la concession de mines de schistes bitumineux qui serait accordée ultérieurement, s'il y a lieu, au citoyen de la Brousse de Veyrazet, ne pourront être vendues, cédées ou transmises séparément, et formeront un tout indivisible.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rétribution annuelle de vingt-cinq centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Usine de Sainte-Claire.

Arrêté du Président de la République, en date du 5 février 1849, qui autorise les citoyens GAUTIER *frères à ajouter un second haut-fourneau au charbon de bois ou au coke, pour la fusion du minerai de fer, à l'usine de* SAINTE-CLAIRE, *dont ils sont propriétaires, dans la commune de* VILLERUPT (Moselle), *et qui est alimentée par le ruisseau provenant des sources de* LA VACHERIE.

L'usine se composera, en conséquence, du haut-fourneau ci-dessus autorisé et d'un autre haut-fourneau existant, lequel marche au charbon de bois.

Usine à fer de Bizy.

Arrêté du Président de la République, en date du 5 février 1849, qui autorise les citoyens Gaspard-Etienne-Louis DE BERTHIER-BIZY *et* Louis-Adrien DE BERTHIER-BIZY frères *à maintenir en activité l'usine à fer de* BIZY *qu'ils possèdent sur l'étang de* BIZY, *dans la commune de* PARIGNY-LES-VAUX (Nièvre).

Cette usine est et demeure composée d'un haut-fourneau

au charbon de bois ainsi que des machines soufflantes et des accessoires nécessaires au roulement de l'établissement.

Arrêté du Président de la République, en date du 5 février 1849, qui autorise le citoyen Jacquinot : *1° à convertir en un feu d'affinerie le foyer de martinet de l'usine dite* le Martinet de la Hutte, *qu'il possède dans la commune d'*Hennezel (Vosges) ; *2° à transférer dans le même établissement le foyer d'affinerie qui constituait l'usine dite* le Feu de Fer, *lequel foyer a été et demeure supprimé.* — Usine à fer de la Hutte.

La consistance de l'usine de la Hutte se composera, en conséquence, de deux feux d'affinerie au charbon de bois, des machines soufflantes et des appareils nécessaires pour la fabrication et l'étirage du fer.

Arrêté du Président de la République, en date du 5 février 1849, qui autorise les ayants droit de feu la citoyenne de la Vieuville *à maintenir en activité trois lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, situés au lieu dit* le Grund, *dans la commune de* Villerupt (Moselle); *lesdits lavoirs alimentés, le premier par la fontaine de* Cantebonne, *et les deux autres par les sources du* Bois-de-Bute. — Lavoirs à bras, au lieu dit *le Grund*, commune de Villerupt.

Arrêté du Président de la République, en date du 10 février 1849, qui accorde au citoyen Etienne Revol *la concession de mines de fer situées dans les communes de* Veyras *et de* Saint-Priest, *arrondissement de* Privas (Ardèche). — Mines de fer de Saint-Priest.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *con-*

cession de Saint-Priest, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Ouest, à partir du confluent du ruisseau des Rieux avec la rivière d'Ouvèze, point M du plan, 1° par une ligne droite allant à l'intersection du chemin de Combes à Plachère avec l'ancienne route n° 104, de Privas à Aubenas, point N ; 2° par une autre ligne droite tirée dudit point N à l'embouchure du ravin de l'Aubac, dans la rivière du Mesay, au point O ;

Au Nord, à partir dudit point O, par la rivière de Mesayon jusqu'à son confluent avec le ruisseau de la Garde, point P ;

A l'Est, 1° par quatre lignes droites joignant ledit point P, la fabrique de Beauthéac sur le Chevallon, point Q, le clocher de Veyras, point R, la maison Laulanié, au hameau de Beauregard, point S, et enfin le confluent du ruisseau de Fontvelle avec celui de Vaumalle, point T ; 2° par le cours de Vaumalle jusqu'au point où il se jette dans l'Ouvèze, point U, la portion de cette limite, comprise entre le point Q et le point U, étant commune avec la concession de Veyras, instituée par ordonnance du 22 août 1843 ;

Au Sud, à partir du point U, par la rivière d'Ouvèze en la remontant jusqu'à l'embouchure du ruisseau des Rieux, point M de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de six kilomètres carrés, cinquante hectares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à cinq centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions sont applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de fer de Saint-Priest.

(Extrait.)

Art. 2. Le concessionnaire exécutera immédiatement, dans la partie méridionale de la concession, les travaux

par puits et sondages ayant pour objet de reconnaître si deux couches de minerai de fer, dont l'une est exploitée dans la concession de Veyras et l'autre près du village de Saint-Priest, existent au-dessous l'une de l'autre. Il exécutera en outre les travaux de reconnaissance nécessaires pour compléter l'exploration des terrains compris dans la concession.

Les puits, sondages et autres travaux seront déterminés par le préfet, sur la proposition de l'ingénieur des mines qui en surveillera l'exécution.

Art. 8. Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre sous le village de Saint-Priest ou sous d'autres habitations ou édifices, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires auront été entendus, et après que le concessionnaire aura donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. 16. En exécution de l'art. 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira à l'usine du Pouzin, qui s'approvisionne sur des gîtes compris dans la concession, la quantité de minerai nécessaire à l'alimentation de cette usine, au prix qui sera fixé par l'administration.

Art. 17. Lorsque l'approvisionnement de l'usine ci-dessus désignée aura été assuré, le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'article 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. 18. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en mi-

nerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

Art. 26. Dans le cas où il serait reconnu nécessaire à l'exploitation de la concession ou d'une concession limitrophe d'exécuter des travaux ayant pour but, soit de mettre en communication les mines des deux concessions pour l'aérage ou pour l'écoulement des eaux, soit d'ouvrir des voies d'aérage, d'écoulement ou de secours destinées au service des mines de la concession voisine, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution de ces travaux et d'y participer dans la proportion de son intérêt.

Ces ouvrages seront ordonnés par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, le concessionnaire ayant été entendu, et sauf recours au ministre des travaux publics.

En cas d'urgence, les travaux pourront être entrepris sur la simple réquisition de l'ingénieur des mines du département, conformément à l'art. 14 du décret du 3 janvier 1813.

Dans ces divers cas, il pourra y avoir lieu à indemnité d'une mine en faveur de l'autre, et le règlement s'en fera par experts, conformément à ce qui est prescrit par l'art. 45 de la loi du 21 avril 1810, pour les travaux servant à l'évacuation des eaux d'une mine dans une autre mine.

Art. 27. Dans le cas où le gouvernement reconnaîtrait la nécessité de travaux communs à plusieurs exploitations situées dans des concessions différentes, soit pour assécher des mines inondées, soit pour garantir de l'inondation des mines qui n'en seraient pas encore atteintes, le concessionnaire se conformera à tout ce qui est prescrit en vertu de la loi du 27 avril 1838, relativement au système et au mode d'exécution et d'entretien des travaux d'épuisement, ainsi qu'à la répartition des taxes que les différents concessionnaires auront à acquitter.

Le refus de paiement de la quote-part attribuée au concessionnaire donnera lieu, contre lui, à l'application de l'art. 6 de la loi du 27 avril 1838.

Art. 28. Les dispositions des deux articles ci-dessus seront particulièrement appliquées au percement d'une ou plusieurs galeries d'écoulement ou de roulage, communes aux concessions de Saint-Priest et de Veyras, et à toutes

autres concessions qui pourraient être ultérieurement instituées dans le même district, galeries dont l'établissement, reconnu nécessaire, sera prescrit par le préfet, suivant le tracé et sur les propositions des ingénieurs des mines, le concessionnaire ayant été entendu, sauf recours au ministre des travaux publics.

Le concessionnaire de Saint-Priest sera tenu de se conformer aux mesures ainsi prescrites pour le percement desdites galeries, en ce qui concerne sa concession, faute de quoi les travaux seront exécutés d'office et à ses frais par les soins de l'administration, sans préjudice de l'application, s'il y a lieu, de l'art. 6 de la loi du 27 avril 1838.

Art. 31. Le concessionnaire ne pourra établir des usines destinées au traitement des produits de Saint-Priest, sans permission obtenue dans les formes déterminées par les art. 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Arrêté du Président de la République, en date du 10 février 1849, *qui autorise le citoyen* Barrachin *à établir un lavoir à mines sur un terrain qu'il tient à bail du citoyen* Leriche, *et situé au lieu dit* le Grand-Vivreux, *sur le ruisseau du même nom, commune de* Signy-le-Petit (Ardennes).

Lavoir à mines, à Signy-le-Petit.

(Extrait.)

Art. 11. La permission présentement accordée cessera d'avoir son effet le 2 novembre 1853, époque de l'expiration du dernier bail consenti le 7 janvier 1848 par le citoyen Leriche, ou à la fin du nouveau bail qui interviendrait, à moins que le permissionnaire n'ait été autorisé à continuer de tenir en activité son lavoir, en vertu de l'art. 80 de la loi du 21 avril 1810.

Arrêté du Président de la République, en date du 10 février 1849, *qui permet aux citoyens* Guyot frères, *de transférer sur un autre point du même*

Lavoirs à bras, à Percey-le-Grand

terrain, les quatre lavoirs pour la préparation du minerai de fer, autorisés par l'ordonnance du 16 mai 1827, dans la propriété qu'ils possèdent au lieu dit LE MARAIS-DE-LA-DOUIS, *commune de* PERCEY-LE-GRAND (Haute-Saône).

Lavoirs à bras, à Neuvisy. *Arrêté du Président de la République, en date du 10 février 1849, qui autorise les ayants droit du citoyen* MOREL père *à maintenir en activité deux lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, établis au lieu dit* LES CONGES, *commune de* NEUVIZY (Ardennes), *et qui sont alimentés par les eaux du ruisseau des* CONGES.

Usines à fer et moulin, à Vellexon. *Arrêté du Président de la République, en date du 27 février 1849, qui autorise les héritiers ou ayants cause du citoyen* DE MARMIER *à maintenir les usines dont suit la désignation, situées dans la commune de* VELLEXON (Haute-Saône) : 1° *un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer et sa machine soufflante, mise en mouvement par une roue existant sur la gauche d'un canal de dérivation de* LA ROMAINE ; 2° *deux patouillets pour la préparation du minerai placés l'un près de l'autre, sur la droite de ce canal et à 184 mètres en amont du haut-fourneau ;* 3° *un moulin à deux paires de meules, placé à côté du haut-fourneau, sur la rive droite de ce même canal.*

Usine pour la fabrication de l'acier, à Romanswiller. *Arrêté du Président de la République, en date du 27 février 1849, qui autorise le citoyen* Pierre-Antoine BOLLA *à maintenir en activité l'usine pour la fabrication de l'acier dite* THANNMÜHL,

qu'il possède sur la rivière de Mossig, *dans la commune de* Romanswiller (Bas-Rhin).

Cette usine, qui marche à la houille et au charbon de bois, comprend :

Un foyer pour l'affinage de la fonte et autres matières brutes, propres à la fabrication de l'acier;

Deux foyers de raffinerie ou de chaufferie à la houille;

Et les appareils nécessaires pour la soufflerie, le martelage et l'étirage de l'acier.

Arrêté du Président de la République, en date du 27 février 1849, qui autorise les citoyens Angar *et* Ligier *à établir sur un terrain qui leur appartient, au lieu dit* la Prairie, *au-dessous de la fontaine de* la Montbleuse, *commune d'*Etrelles (Haute-Saône), *un lavoir à cheval, en remplacement de l'un des deux lavoirs à bras qui ont été construits en vertu de l'ordonnance du 4 octobre 1826 par les citoyens* Derosne et Ce, *dont les citoyens* Angar *et* Ligier *sont les représentants.*

Lavoir à cheval et lavoir à bras, à Etrelles.

L'atelier de lavage demeure composé :

D'un lavoir à cheval et d'un lavoir à bras.

Arrêté du Président de la République, en date du 5 mars 1849, qui autorise l'admission en franchise, à charge de réexportation, de l'iode brut destiné à être raffiné ou à être converti en iodure de potassium (1).

Iode brut destiné à être raffiné ou à être converti en iodure de potassium.

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce;

(1) Voir ci-après, p. 660, la circulaire du 15 mars 1849.

Vu l'art. 5 de la loi du 5 juillet 1836 et les articles 2 à 4 de l'arrêté du 6 juin 1848,

Arrête :

Art. 1er. L'iode brut, destiné à être raffiné ou à être converti en iodure de potassium, pourra être admis temporairement en franchise par les ports d'entrepôt, à charge de réexportation, sous les conditions déterminées par la loi du 5 juillet 1836.

Art. 2. Le déchet de fabrication est fixé à dix pour cent pour l'iode raffiné. Lorsque l'iode sera converti en iodure de potassium, il devra être représenté, pour cent kilogrammes d'iode brut, cent dix-sept kilogrammes quatre cent quarante grammes d'iodure.

Art. 3. La vérification de l'iode raffiné et de l'iodure de potassium ne pourra avoir lieu qu'à la douane de Paris. Le délai pour la réexportation des produits ou leur mise en entrepôt ne pourra excéder trois mois.

Art. 4. Toute substitution, tous manquants constatés par le service des douanes, donneront lieu à l'application des pénalités et des interdictions prononcées par l'art. 5 de la loi du 5 juillet 1836.

Art. 5. Le ministre de l'agriculture et du commerce et le ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Plombs bruts destinés à être convertis en litharge ou en minium.

Arrêté du Président de la République, en date du 5 mars 1849, qui autorise l'admission en franchise, à charge de réexportation, des plombs bruts destinés à être convertis en litharge ou en minium (1).

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce ;

Vu l'article 5 de la loi du 5 juillet 1836, portant que « des ordonnances royales pourront autoriser, sauf révo- » cation en cas d'abus, l'importation temporaire des pro- » duits étrangers destinés à être fabriqués ou à recevoir

---

(1) Voir ci-après, p. 660, la circulaire du 15 mars 1849.

» en France un complément de main-d'œuvre, et que l'on » s'engagera à réexporter ou à rétablir en entrepôt dans » un délai qui ne pourra excéder six mois, »

Arrête :

Art. 1er. Les plombs bruts destinés à être convertis en litharge ou en minium, et réexportés ensuite en l'un ou l'autre de ces deux états, seront admis en franchise, conformément aux dispositions de l'article 5 de la loi du 5 juillet 1836, lorsque l'importation en sera effectuée, soit par terre, soit par mer, sous pavillon français ou sous le pavillon du pays de production. Dans ce dernier cas, il sera justifié de l'origine par des certificats authentiques.

Art. 2. L'importateur s'engagera, par une soumission valablement cautionnée, à réexporter ou réintégrer en entrepôt, dans un délai qui ne pourra excéder six mois, cent cinq kilogrammes de litharge ou de minium pour cent kilogrammes de plomb brut.

Art. 3. Dans le cas prévu par l'article 1er ci-dessus, les plombs bruts ne pourront être importés, et, de même, la litharge et le minium ne pourront être réexportés que par les ports d'entrepôt réel ou par les bureaux de la frontière de terre ouverts au transit.

Art. 4. Toute substitution, tout mélange, toute soustraction, tout manquant, constatés par le service des douanes, donneront lieu à l'application des pénalités et interdictions prononcées par l'article 5 précité de la loi du 5 juillet 1836.

Art. 5. Le ministre de l'agriculture et du commerce et le ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Usine à fer, à Ars-sur-Moselle.

Arrêté du Président de la République, en date du 5 *mars* 1849, *qui autorise le citoyen* Pillot *à établir dans un terrain qui lui appartient, à la suite du moulin de* Mance *et sur le même cours d'eau dit* le Mancieu, *commune d'*Ars-sur-Moselle (Moselle), *une usine à fer qui comprendra : un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer au charbon de bois ; un bocard pour le traitement des*

crasses et des laitiers; un four à puddler pour l'affinage de la fonte à la houille; un four de chaufferie également à la houille et les appareils qui en dépendent; un foyer d'affinerie au charbon de bois et les appareils qui en dépendent.

École des mines de Paris. *Programme du cours d'économie et de législation des mines, approuvé le 8 mars 1849 par M. le ministre des travaux publics, sur la proposition du conseil central des écoles de mines.*

INTRODUCTION.

NOTIONS GÉNÉRALES DE LÉGISLATION. (5 Leçons.)

1re LEÇON.— *De l'idée du droit.*

Plan du cours.— Du principe général du droit.— De la distinction de la morale du droit.— Des droits primitifs et des droits dérivés.— Des variations du droit selon le caractère naturel des peuples.— Du droit écrit.—Classification générale du droit.

2e LEÇON.— *Du droit individuel.*

Des droits primitifs de l'individu.— Du droit de propriété. — Des choses qui peuvent être possédées en propre.— Du mode d'acquérir la propriété.— De la prescription.— De la succession.

3e LEÇON.— *Du droit des associations.*

Du contrat en général.— De la force et de la validité du contrat.— Des diverses espèces de contrats.— Des sociétés et compagnies.— De la société matrimoniale.—De la famille.

4e LEÇON.— *Du droit de l'État.*

De la distinction entre l'Etat et la société.— Du moyen de réaliser le but de l'Etat.— De l'établissement du pouvoir.—De la division et de l'exercice des pouvoirs.—Des rapports de l'Etat avec les principales institutions de la société : 1° *Religion*; 2° *Institutions morales*; 3° *Ensei-*

gnement; 4° Sciences, lettres et arts; 5 Commerce et industrie.

5e LEÇON.— *Suite des rapports de l'État et de l'industrie.*

Travaux publics, civils, maritimes et militaires. — Etablissements agricoles.— Manufactures nationales. — Action réglementaire des industries privées.— Brevets d'invention.— Marques.— Primes et encouragements.— Tarifs de douanes.— Surveillance des compagnies et associations industrielles. — Lois relatives aux usines et manufactures dans lesquelles l'intérêt public est engagé. — Cas particuliers des mines et usines métallurgiques.

LÉGISLATION DES MINES. (7 Leçons.)

6e LEÇON. — *De l'économie rationnelle des mines et de ses conséquences en législation.*

Rappel des principes généraux du cours d'exploitation des mines : 1° que les dépôts minéraux doivent être exploités autant que possible en vue d'une extraction totale; 2° que les champs partiels d'exploitation, établis sur un même dépôt, doivent être coordonnés en vue d'une exploitation d'ensemble; 3° que les périodes diverses de l'exploitation doivent être conçues comme les actes successifs d'une même opération générale.

De la nécessité des travaux d'ensemble et de travaux d'avenir qui résultent de ces principes.

Aperçu des dépenses relatives à ces travaux; aperçu des dépenses préalables relatives à la mise en train d'une exploitation; aperçu des réserves nécessaires pour les cas imprévus.

Des différences générales causées par la différence des principes d'exploitation entre la législation des fonds souterrains et la législation des fonds superficiels.

7e LEÇON. — *De la propriété primitive des fonds des mines et de la concession.*

De la propriété des mines attribuée aux propriétaires du sol : législations d'Angleterre et de Brabant.— De la propriété attribuée au premier occupant : école théorique de Turgot.— De la propriété attribuée à la personne sou-

veraine : du droit régalien en Allemagne et dans l'ancienne monarchie. — De la propriété attribuée à la nation : discussion de l'Assemblée constituante et du conseil d'Etat de l'empire ; influence de ce principe 1° sur la loi des mines de 1791, 2° sur la loi de 1810.

Du principe de la concession. — De la concession par sections ou portions uniformes : législations de Saxe et d'Espagne. — De la concession par périmètres suffisants pour une exploitation d'ensemble : 1° à temps, législation de 1791 ; 2° à perpétuité, législation de 1810.

8e LEÇON. — *Des titres à la concession.*

Du titre à la concession fondé sur la propriété de la surface. — De l'indemnité accordée à ce titre. — Législations étrangères ; législation de 1791 ; législation de 1810.

Du titre à la concession fondé sur la découverte de la mine. — Du droit de recherche. — Principe composé de la législation francaise et de la législation étrangère. — De l'indemnité correspondant au titre de la découverte.

9e LEÇON. — *Suite.*

Du titre fondé sur la satisfaction de l'intérêt public. — Des garanties de la meilleure exploitation. — Législation de 1791 ; législation de 1810. — Formalités relatives à l'obtention de la concession.

10e LEÇON. — *Des conditions imposées à la concession.*

Obligations du concessionnaire envers le gouvernement. — De la surveillance du gouvernement quant à la conservation du fonds : législations allemande et française. — De la surveillance du gouvernement quant à la police du travail. — De la surveillance quant aux conditions sanitaires. — De la surveillance quant aux successions et mutations.

11e LEÇON. — *Suite.*

De la surveillance du gouvernement quant à la redevance. — Du principe de la redevance fixe et proportionnelle. — De la sanction pénale. — De la déchéance : loi de 1838. — Du séquestre. — Des procès-verbaux de contra vention. — Formalités.

12e LEÇON. — *Suite.*

Des obligations du concessionnaire envers les voisins : 1° propriétaires de la surface ; 2° concessionnaires.— Des solidarités obligatoires relativement au régime de l'air et des eaux.

LÉGISLATION DES MINIÈRES, TOURBIÈRES ET CARRIÈRES.
(2 Leçons.)

13e LEÇON. — *Des minières.*

De la distinction légale des mines et des minières : 1° quant à la substance ; 2° quant au mode d'exploitation. — Des exploitations de minerai à ciel ouvert.— Du droit des propriétaires du sol : déchéance.— Du droit des maîtres de forges : de la déchéance.— Des exploitations par puits et galeries — Des terres pyriteuses et alumineuses.

14e LEÇON. — *Des tourbières et carrières.*

Du principe de l'autorisation d'exploiter les tourbières ; des formalités à remplir pour l'autorisation.— De la surveillance des exploitations. — De la déchéance. — De la distinction légale des mines et des carrières. — Du principe des règlements : 1° quant aux carrières à ciel ouvert ; 2° quant aux carrières souterraines. — Des droits et des obligations des propriétaires. — Des droits et des obligations des entrepreneurs des travaux publics.

LEGISLATION DES USINES. (2 Leçons.)

15e LEÇON. — *De l'eau.*

Des principes généraux de grande voirie, touchant les cours d'eau. — Des lois relatives à l'emploi des eaux courantes par l'industrie : 1° irrigations ; 2° chutes d'eau ; 3° lavages. — Patouillets.

16e LEÇON. — *De l'air.*

Des industries susceptibles de troubler la tranquillité, la pureté et le silence de l'air. — Législation touchant les établissements dangereux, insalubres et incommodes.

17e LEÇON. — *De la vapeur.*

De la législation touchant les machines à vapeur :

1° fixes; 2° de navigation; 3° des chemins de fer. — De la police des chemins de fer.

18° LEÇON. — *Du charbon et du minerai.*

Principes généraux touchant l'aménagement du charbon et du minerai. — De la permission des usines métallurgiques; des formalités de la permission. — Des droits et obligations des permissionnaires. — Du changement d'état des usines.

SYSTÈME DE L'ADMINISTRATION DES MINES. (3 Leçons.)

19° LEÇON. — *De l'administration et de la justice.*

Du pouvoir exécutif. — Du ministère. — Du conseil d'Etat. — Du préfet. — Du conseil de préfecture. — Du sous-préfet. — Des maires. — Des conseils locaux. — De la hiérarchie et des limites des juridictions : municipales, de paix, de première instance, d'appel, de cassation.

20° LEÇON. — *Des compétences.*

Du principe et de la distinction des compétences. — De la compétence judiciaire. — De la compétence administrative. — Du jugement des conflits. — Du jugement du contentieux : 1° conseils de préfecture; 2° conseil d'Etat.

21° LEÇON. — *Des ingénieurs des mines.*

Des rapports entre les agents du service des mines et les agents généraux de l'administration. — Du service des mines avant 1789. — Du service des mines pendant la révolution. — Du service des mines suivant l'organisation de 1810. — Des attributions du conseil général des mines. — Des attributions des inspecteurs généraux. — Des attributions positives et officieuses des ingénieurs.

PRINCIPES DE LA STATISTIQUE ADMINISTRATIVE.

(3 Leçons.)

22° LEÇON — *Combustible minéral.*

Distinction des bassins du territoire français : 1° quant à l'étendue; 2° quant à la qualité; 3° quant à la production moyenne; 4° quant au prix de revient de la houille; 5° quant aux moyens de transport dans les centres prin-

cipaux de population. — Dépôts de tourbe et de lignite. — Aperçu historique du développement des exploitations dans les bassins principaux. — De l'influence des lois de douane. — Principes généraux d'administration touchant la balance entre l'intérêt des exploitations et celui des autres industries.

23e LEÇON. — *Minerai de fer.*

De la géographie des minerais de fer. — Distinction des minières : 1° quant à la nature du minerai ; 2° quant à la proximité des mines de houille ; 3° quant à la proximité des forêts. — Des effets de la distribution des dépôts de minerai sur la géographie des usines. — Groupes naturels des usines à fer. — Conditions économiques de la production. — Aperçu historique sur le développement et le perfectionnement. — De l'influence des lois de douane sur cette matière. — Principes généraux d'administration sur les tarifs.

24e LEÇON. — *Minerais de plomb, cuivre et argent.*

Des mines métalliques autres que celles de fer. — Aperçu historique des vicissitudes des mines principales, et conséquences à déduire de l'expérience quant aux entreprises nouvelles. — De la différence entre la production et la consommation des métaux en France. — De l'augmentation possible de la richesse publique par une meilleure exploitation des mines. — Principes généraux d'administration touchant les encouragements et les secours à l'industrie des mines.

Arrêté du Président de la République, en date du 28 mars 1849, portant rectification de la définition contenue dans le décret du 21 août 1806, des limites de la concession des mines de houille de DECIZE (Nièvre). Mines de houille de Décize.

(Extrait).

Art. 1er. Les limites de la concession des mines de

houille de Decize (Nièvre), instituée par décret impérial du 21 août 1806, sont et demeurent fixées, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit :

Au *Nord*, par une ligne droite allant du clocher de Beaumont, point A du plan, au clocher de Ville-les-Aulezy, point B ;

A l'*Est*, par une ligne droite menée dudit point B au clocher de Champvert, point C ;

Au *Sud*, par une ligne droite allant dudit point C au clocher de Sougy, point D ;

A l'*Ouest*, par une ligne droite menée dudit point D au clocher de Beaumont, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 80 kilomètres carrés, 10 hectares.

Art. 2. Il n'est rien changé aux autres dispositions du décret du 12 août 1806, qui continueront à recevoir leur exécution.

Art. 3. Le présent arrêté sera, à la diligence du préfet et aux frais des concessionnaires des mines de Decize, affiché et publié dans toutes les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Usine à fer, à Castillon.

Arrêté du Président de la République, en date du 28 mars 1849, *qui autorise les citoyens* Jules Leclerc et Cie *à établir au quartier dit* des Plaines *et de* Courniarèdes, *près des* Salles-de-Ganières, *commune de* Castillon (Gard), *une usine à fer qui comprendra* 1° *deux hauts-fourneaux,* 2° *une mazerie pour affiner la fonte,* 3° *quarante-huit fours à coke,* 4° *six fours à griller le minerai.*

Usine à fer, à Maubeuge.

Arrêté du Président de la République, en date du 28 mars 1849, *qui autorise le citoyen* Martial Leclercq, *propriétaire de l'usine à fer établie, en vertu de l'ordonnance du* 24 *août* 1844, *au lieu*

dit Sous-le-Bois-du-Tilleul, *dans la commune de* Maubeuge (Nord), *à ajouter à cette usine dix-huit fours à puddler, sept fours à réchauffer et deux nouveaux trains de cylindres pour cingler et étirer le fer.*

La consistance totale de ladite usine est et demeurera, en conséquence, fixée ainsi qu'il suit :

1° Un four de finerie ;
2° Trente fours à puddler ;
3° Quatorze fours à réchauffer ;
4° Deux cubilots ;
5° Les machines soufflantes, d'étirage et de compression nécessaires au roulement de l'établissement.

Arrêté du Président de la République, en date du 28 mars 1849, qui autorise la dame de Raincourt *à établir un patouillet pour la préparation du minerai de fer sur la rivière de l'*Ognon, *au bas de l'écluse du moulin de* la Rouchotte, *dans la commune de* Thieffrans (Haute-Saône). **Patouillet, à Thieffrans.**

(Extrait.)

Art. 14. La présente permission cessera d'avoir son effet à l'expiration du bail passé à la dame de Raincourt pour la location du terrain sur lequel le patouillet sera établi, ou à l'expiration du renouvellement de ce bail, s'il est renouvelé, à moins qu'elle n'ait été autorisée à continuer d'occuper ledit terrain, en vertu de l'art. 80 de la loi du 21 avril 1810.

Arrêté du Président de la République, en date du 31 mars 1849, relatif au remboursement de la différence entre la taxe perçue sur les sels existant dans le commerce à la date du 1er janvier 1849 et **Impôt sur le sel.**

la taxe nouvelle établie par la loi du 28 décembre 1848.

Le Président de la République,

Vu l'art. 6 de la loi du 28 décembre 1848, ainsi conçu :

« La différence entre la taxe perçue sur les sels qui se trouveront dans le commerce à la date du 1er janvier 1849 et la taxe nouvelle établie par la présente loi, sera remboursée sous les conditions et selon les formes que déterminera un règlement d'administration publique. »

Sur le rapport du ministre des finances,

Arrête :

Art. 1er. Auront droit au remboursement prescrit par l'art. 6 de la loi du 28 décembre 1848 tous les négociants et marchands dûment patentés qui justifieront avoir eu en leur possession, à la date du 1er janvier 1849, les quantités de sel ayant supporté la taxe de 30 fr. par 100 kilogrammes.

Art. 2. Cette justification s'établira sur la production des procès-verbaux des recensements auxquels il aura été procédé par les agents des contributions indirectes ou des douanes, ou par tous autres fonctionnaires à ce autorisés, et des quittances de droits, extraits des registres, livres de commerce et autres pièces en due forme se rapportant auxdits sels.

Art. 3. Les procès-verbaux et autres pièces produites seront transmis immédiatement au directeur de l'administration des contributions indirectes, qui soumettra à la décision du ministre des finances les demandes de remboursement.

Art. 4. Le ministre des finances est autorisé à délivrer, pour valoir remboursement, des bons à ordre qui seront acceptés comme numéraire dans les caisses de tous les receveurs des contributions indirectes et des douanes, en payement de la nouvelle taxe de consommation des sels.

Ces bons de remboursement à ordre seront détachés d'un registre à souche ouvert à cet effet au ministère des finances. Ils énonceront, entre autres indications, la quantité de sel à laquelle ils se rapporteront, la date du procès-verbal de recensement, ainsi que le lieu où il aura été

effectué, et les noms, qualité et domicile de l'ayant-droit au remboursement, lequel sera tenu de donner quittance motivée du montant de la somme qui lui sera ainsi remboursée.

Art. 5. En compensation du bénéfice du crédit et de l'escompte accordés d'après les lois et règlements en vigueur, pour l'acquittement de la taxe de consommation des sels, les bons de remboursement à ordre délivrés en vertu de l'article précédent ne seront reçus dans les caisses ci-dessus désignées qu'à partir du 1er mai 1849.

Art. 6. Les bons de remboursement à ordre acceptés comme numéraire, conformément à l'article précédent, seront transmis, par les soins des receveurs généraux des finances, au caissier central du trésor public.

Art. 7. Le recours contre les décisions du ministre des finances sera porté devant le conseil d'État. Il ne sera soumis qu'au droit de timbre; il pourra être adressé au secrétariat général du conseil d'État soit directement, soit par l'intermédiaire du préfet, et sans frais dans tous les cas.

Art. 8. Le ministre des finances est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera inséré au *Bulletin des lois.*

Arrêté du Président de la République, en date du 7 avril 1849, qui accorde au citoyen DE LA BROUSSE DE VEYRAZET *la concession de mines de schistes bitumineux situées dans la commune de* BUXIÈRE-LA-GRUE, *arrondissement de* MOULINS (Allier).

Mines de schistes bitumineux de Buxière-la-Grue.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Buxière-la-Grue*, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté ainsi qu'il suit, savoir :

(*Les limites sont les mêmes que celles de la concession des mines de houille de* BUXIÈRE-LA-GRUE. Voir *suprà*, p. 569, l'arrêté relatif à cette concession).

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, dix hectares.

Art. 3. La présente concession ne comprend pas les schistes qui, n'étant point susceptibles d'être exploités utilement comme minerais de bitume, ne sont propres qu'à fournir des dalles ou autres matériaux de construction.

En cas de contestation sur ce point entre le concessionnaire et le propriétaire du sol, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, sauf recours au ministre des travaux publics.

Art. 4. La concession des mines de schistes bitumineux accordée par le présent arrêté, et la concession des mines de houille accordée par l'arrêté du 1er février 1849 au citoyen de la Brousse de Veyrazet dans les mêmes limites, ne pourront être vendues, cédées ou transmises séparément, et formeront un tout indivisible.

Art. 6. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés: 1° à une rente annuelle de dix centimes par hectare, pour les terrains compris dans le périmètre de la concession ; 2° à une rétribution au profit des propriétaires dans les terrains desquels l'exploitation aura lieu, et qui est fixée au vingtième de la valeur des minerais extraits, prêts à être vendus ou distillés, quand l'exploitation se fera à ciel ouvert, et au quarantième de la valeur des mêmes minerais, lorsque l'exploitation s'opérera par travaux souterrains. Cette redevance sera acquittée en argent par le concessionnaire, et l'évaluation en sera faite à l'amiable ou à dire d'experts.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Arrêté du Président de la République, en date du 7 avril 1849, qui accorde aux sieurs Melchior Marmonnier *et* Joseph Collicard, *la concession d'une mine de fer spathique située dans la commune de* Theys, *arrondissement de* Grenoble (Isère).

Mines de fer de Grand-Gorgeat.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Grand-Gorgeat*, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par le chemin de Theys à Merdaret, depuis son embranchement A avec le chemin de Poulat, jusqu'à sa rencontre E avec le ruisseau de Merdaret, et à partir de ce dernier point par le ruisseau de Merdaret jusqu'au point C, situé sur la rive gauche de ce ruisseau, et distant du point B précédent de 290 mètres ;

A l'Est, par une ligne droite partant du point C ci-dessus et joignant l'intersection D du ruisseau Pierre-Morte avec la crête des rochers des mérines inférieures ; à partir de cette intersection par la crête des mérines inférieures jusqu'au point E, distant du point D précédent de 560 mètres ;

Au Sud, par une ligne droite partant du point E désigné ci-dessus et aboutissant à l'embranchement F du chemin du plan des Volfes avec celui d'Eutivan, tendant de Champigneux à Pipet ;

A l'Ouest, par une autre ligne droite menée du point F précédent à l'extrémité Sud du chemin du Poulat, et, à partir de ce dernier point, par la sinuosité du chemin du Poulat jusqu'à son embranchement A avec le chemin de Theys à Merdaret, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, soixante hectares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de cinq centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conven-

tions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession de la mine de fer spathique de GRAND-GORGEAT.

(Extrait.)

Art. 2. Pour continuer l'exploitation du gîte du Grand-Gorgeat, on reprendra l'ancienne galerie ouverte en allongement à un niveau inférieur aux travaux actuels, et on la prolongera en ne lui donnant que la pente strictement nécessaire à l'écoulement des eaux, de manière à faire servir cette galerie à l'assèchement des ouvrages aujourd'hui inondés, en même temps qu'à l'extraction du minerai. Un arrêté du préfet réglera, sur le rapport de l'ingénieur des mines, la direction précise et les dimensions de ladite galerie, qui sera boisée avec soin partout où cela sera possible avec avantage.

Art. 16. Les concessionnaires seront tenus de fournir, autant que les exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'art. 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. 17. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'art. 64 de la même loi.

Art. 29. Les concessionnaires ne pourront établir des usines destinées au traitement des produits de leurs mines, sans une autorisation obtenue dans les formes déterminées par les art. 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Mines de fer de La Voulte.

Arrêté du Président de la République, en date du 7 avril 1849, portant réduction du périmètre de la concession des mines de fer de LA VOULTE (Ardèche).

(Extrait).

Art. 1er. La surface de la concession des mines de fer

de la Voulte (Ardèche), fixée à 95 kilomètres carrés, 13 hectares, par l'arrêté du Directoire exécutif du 2[e] jour de fructidor an IV, est réduite à 26 kilomètres carrés, 34 hectares.

Art. 2. Cette concession, qui conservera le nom de *concession de la Voulte*, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par une série de lignes droites tirées du Cros du Roure à Téoule; de Téoule à l'intersection du ravin de Malleval avec le chemin de Léonze à Pausier; de ce dernier point à l'intersection du ravin de Villemorte avec le chemin de Charderic à Couchat; de cette intersection à Lagarde; de Lagarde au confluent des ruisseaux de Confy et des Agreyres; de ce confluent à Gramade; de Gramade à Fontneuve; de Fontneuve au confluent du ruisseau du Bertrand et du Rhône;

A l'Est, par le Rhône, depuis ce dernier confluent jusqu'à celui de l'Ouvèze;

Au Sud, par le cours de l'Ouvèze jusqu'au vieux pont de Coux;

A l'Ouest, par une ligne droite tirée du vieux pont de Coux au Cros du Roure, point de départ;

Lesdites limites renfermant, comme il est dit à l'art. 1[er], une étendue superficielle de 26 kilomètres carrés, 34 hectares.

Art. 3. Ladite concession est et demeure affranchie, à partir de la date du présent arrêté, pour tous les terrains non compris dans le périmètre ci-dessus fixé, du payement des redevances dues à l'Etat.

Art. 4. La compagnie concessionnaire exécutera, conformément à ce qui lui sera prescrit par le préfet, les travaux par sondages, les puits ou galeries qui seront jugés nécessaires pour compléter l'exploration de la concession ainsi réduite.

Ces travaux seront exécutés dans un délai de quatre ans, à dater de la notification de l'arrêté préfectoral qui les aura prescrits.

Un projet de recherches sera dressé, à cet effet, par les ingénieurs des mines, et proposé par eux au préfet, qui statuera après avoir entendu les concessionnaires, et sauf recours de la part de ceux-ci au ministre des travaux publics.

Les ingénieurs des mines surveilleront d'une manière spéciale l'exécution des travaux de recherches.

Art. 5. Les concessionnaires se conformeront à toutes les autres dispositions du décret impérial du 20 septembre 1812, ainsi qu'aux lois et règlements intervenus ou à intervenir sur le fait des mines.

Lavoir à bras, commune de Landres et St-Georges.

Arrêté du Président de la République, en date du 7 avril 1849, *qui autorise le sieur* GÉRARD DE MELCY *à établir un lavoir à bras pour la préparation du minerai de fer, sur le ruisseau d'*AGRON, *au lieu dit* LA GRAVETTE, *dans la commune de* LANDRES *et* SAINT-GEORGES (Ardennes).

(Extrait.)

Art. 10. La présente permission cessera d'avoir son effet à l'expiration des conventions intervenues le 15 juillet 1848 entre le permissionnaire et le sieur Signoret, propriétaire du terrain sur lequel le lavoir dont il s'agit sera établi.

École des mines de Paris.

Arrêté du ministre des travaux publics, en date du 17 *avril* 1849, *portant règlement pour l'École nationale des mines de Paris* (1).

Art. 1er. L'Ecole nationale des mines de Paris comprend deux catégories d'élèves :

1° Les *élèves-ingénieurs*, destinés au recrutement du corps des mines;

2° Les *élèves externes*, qui se destinent à devenir directeurs d'exploitations de mines et d'usines, et qui sont admis à la suite d'examens dont le programme est arrêté par le ministre des travaux publics.

L'Ecole reçoit, en outre, des élèves *étrangers*, qui sont admis par décision spéciale du ministre.

La durée des études est de trois années.

Art. 2. L'enseignement est commun aux diverses caté-

---

(1) Voir, ci-après, p. 682, la circulaire du 4 mai 1849.

gories d'élèves; il se divise en deux parties distinctes : les *cours oraux* et les *exercices pratiques*.

Les cours oraux comprennent :

L'exploitation des mines et les machines.	1re et 2e année;
La minéralurgie.	1re et 2e
La docimasie.	1re et 2e
La minéralogie.	1re
La géologie.	2e
La paléontologie.	1re
L'exploitation et le matériel des chemins de fer, les constructions industrielles.	3e
La législation des mines.	3e
Les langues allemande et anglaise.	1re, 2e et 3e.

Les exercices pratiques comprennent :

Le dessin.	1re, 2e et 3e ann.
Le lever des plans.	1re
Les travaux de laboratoire.	1re et 2e
Les concours d'exploitation et de minéralurgie. . .	3e
Les voyages et les comptes-rendus.	2e et 3e.

Art. 3. Les élèves externes qui, au moment de leur admission, ne possèdent pas des connaissances assez étendues pour profiter de l'enseignement spécial de l'Ecole suivent, pendant une année d'études préparatoires, des cours ayant pour objet :

La géométrie descriptive et ses applications, des notions de calcul infinitésimal;

La physique et la mécanique;

La chimie générale.

Ces élèves sont, en outre, exercés au dessin et au lever de plans.

Art. 4. Les cours de minéralogie, de géologie et de paléontologie sont publics.

Art. 5. Les élèves font, sous la direction des professeurs, des excursions géologiques dans les environs de Paris, et visitent les ateliers minéralurgiques et les ateliers de construction de machines les plus importants.

Art. 6. Les voyages ont lieu, soit en France, soit à l'étranger, d'après un programme arrêté par le ministre, sur la proposition du conseil de l'Ecole, pour les élèves-ingénieurs, et par le conseil de l'Ecole pour les élèves externes.

Ces voyages sont, pour chaque élève-ingénieur, au

nombre de deux, et s'effectuent pendant l'été, le premier après les examens de deuxième année, le second après les examens de troisième année.

Un seul voyage ou une station dans un établissement industriel important est obligatoire pour les élèves externes.

Art. 7. Les élèves sont tenus de rester chaque jour à l'Ecole pendant tout le temps fixé pour la durée des cours et des exercices; ils ne peuvent quitter l'Ecole avant l'heure fixée qu'avec l'autorisation de l'inspecteur des études ou du directeur.

Des appels constatent l'arrivée et la présence des élèves à l'heure prescrite.

Art. 8. Aucun élève ne peut s'absenter, pour un ou plusieurs jours, sans l'autorisation du directeur de l'Ecole, et, dans le cas où il devrait quitter Paris, sans l'autorisation du ministre, donnée sur l'avis du directeur de l'Ecole.

Art. 9. Il est attribué aux élèves, pour leur assiduité aux cours et aux exercices pratiques, des points qui concourent à leur classement définitif, et dont le maximum est fixé à cinq cents.

Tout élève qui n'est pas présent à un appel perd trois points si cet appel précède une leçon, et deux points dans les autres cas.

Tout élève qui, pendant une année, par son défaut d'assiduité aux cours et aux exercices obligatoires. perd deux cent cinquante points, n'est pas admis à passer dans la division supérieure et recommence la même année d'études. En cas de récidive, il est exclu de l'Ecole.

Art. 10. Les fautes commises par les élèves sont punies :

1° De réprimandes faites par les professeurs, par l'inspecteur des études, par le directeur de l'Ecole ;

2° De réprimandes faites par le conseil de l'Ecole ;

3° De la mise à l'ordre de l'Ecole;

4° De l'exclusion prononcée par le ministre, sur la proposition du conseil de l'Ecole.

Art. 11. Les examens ont lieu à la fin des cours ; ils sont subis, pour chaque cours, devant une commission de trois membres, nommée par le conseil de l'Ecole et choisie dans son sein. La commission comprend nécessai-

rement un inspecteur général et le professeur chargé du cours.

Des commissions spéciales examinent les résultats des exercices pratiques.

Art. 12. Pour tous les cours, l'examen comprend un examen oral et une composition écrite.

Pour l'exploitation, la minéralurgie et la géologie, l'examen oral et l'examen écrit ont la même importance. Pour la docimasie et la minéralogie, l'examen oral a une importance double de celle qui est attribuée à l'examen écrit.

Art. 13. Le conseil de l'Ecole, d'après l'avis et les notes des examinateurs, attribue à chaque élève, pour chaque partie de l'enseignement qui fait l'objet de l'examen, un nombre de points qui représente le degré de connaissances dont il a fait preuve par ses réponses verbales et écrites, et par ses analyses, dessins et autres exercices.

Ce nombre ne peut pas excéder un maximum fixé uniformément à 150; il est égal à la moitié de ce maximum ou au medium, c'est-à-dire à 75, quand les réponses de l'élève prouvent qu'il a les connaissances et l'aptitude qui peuvent être strictement exigées pour passer d'une division à une division supérieure, ou pour être déclaré apte à remplir les fonctions d'ingénieur, ou enfin, s'il est élève externe, pour obtenir un *brevet*.

Dans chaque partie de l'enseignement, tout nombre de points qui dépasse le medium donne lieu à des points de réserve qui concourent au classement définitif.

Art. 14. L'examen de première année, pour les cours qui se font en deux ans, ne donne lieu qu'à la moitié des points qui sont accordés pour l'examen de deuxième année, embrassant le cours tout entier; ces points servent au classement des élèves pour leur passage de la première à la deuxième année d'études.

Pour les exercices pratiques qui embrassent une période de deux ou trois années, les travaux de chaque année donnent lieu à des medium partiels qui s'ajoutent pour former le medium définitif.

Art. 15. Tout élève qui n'a pas obtenu son medium pour toutes les parties de l'enseignement obligatoire, n'est pas admis à passer dans la division supérieure; et s'il est

à sa troisième année d'études, il n'est pas déclaré hors de concours et redouble la même année d'études.

Si, l'année suivante, il n'obtient pas tous ses medium, il cesse de faire partie de l'Ecole.

Sauf le cas de maladie, aucun élève n'est admis à suivre pendant plus de quatre années les cours de l'Ecole.

Art. 16.. Les élèves qui n'ont pas obtenu, à la fin de la première année d'études, un nombre de points égal au tiers de la somme de points formée par la totalité des medium, et à la fin de la deuxième année les deux tiers de cette même somme, cessent de faire partie de l'Ecole, sans être admis à redoubler l'année déjà suivie. Cette mesure n'est pas applicable aux élèves qui, par des motifs reconnus admissibles par le conseil de l'Ecole, auraient été empêchés d'assister aux cours pendant plus d'un mois.

Art. 17. Tout élève externe qui, à la fin de l'année préparatoire, n'obtient pas tous ses medium, cesse (sauf le cas d'excuse légitime) de faire partie de l'Ecole.

Art. 18. Le nombre de points obtenus par les élèves, par chaque cours ou exercice pratique, est multiplié par un coefficient, et la somme des produits donne le nombre total de points servant à établir leur classement, soit pour leur passage d'une division à l'autre, soit pour la sortie de l'Ecole.

Les coefficients sont fixés ainsi qu'il suit :

Cours d'exploitation.	10
— de minéralurgie.	9
— de minéralogie.	7
— de géologie et paléontologie.	7
— de docimasie.	7
— d'exploitation et de matériel des chemins de fer et de constructions industrielles.	7
— de législation des mines..	3
Dessin..	7
Lever de plans..	4
Analyses de concours et travaux de laboratoire.	4
Concours d'exploitation.	4
Concours de minéralurgie.	4
Comptes-rendus de voyages.	7
Langue anglaise.	2
Langue allemande..	2

Les points d'assiduité s'ajoutent sans coefficient à ceux qui, d'après les règles précédentes, sont attribués à chaque branche de l'enseignement.

Art. 19. Le rang des élèves est fixé par le nombre total des points qu'ils ont obtenus.

A leur sortie de l Ecole, les élèves-ingénieurs choisissent, dans l'ordre du classement définitif, parmi les résidences ou emplois vacants.

Le même ordre est observé pour les promotions au grade d'ingénieur ordinaire de troisième classe.

Les élèves externes qui justifient de l'aptitude et des connaissances nécessaires reçoivent un brevet, et sont autorisés à porter le titre d'*élèves brevetés de l'Ecole nationale des mines de Paris.*

Art. 20. Des prix sont distribués aux élèves-ingénieurs qui se sont le plus distingués pendant le cours de leurs études à l'Ecole des mines. Une somme de 500 francs est employée chaque année pour cet objet.

Dans le cas où un élève se distingue extraordinairement, il peut être proposé au ministre des travaux publics de lui donner, à titre de récompense, une mission d'une ou de deux années en pays étranger, dans le but d'y étudier les mines et les usines.

Il peut être également accordé des prix aux élèves externes qui se distinguent par leurs travaux à l'Ecole; il en est fait mention dans les brevets qui leur sont délivrés.

Le ministre des travaux publics,
Signé T. LACROSSE.

Arrêté du Président de la République, en date du 26 *avril* 1849, *qui autorise les sieurs* LABBÉ frères *et* LEGENDRE, *maîtres de forges, à établir sur un terrain qui leur appartient, dans la commune de* VILLERUPT (Moselle), *deux lavoirs à mines qui seront alimentés par les eaux de la fontaine communale de* CANTEBONNE.

Lavoirs à mines, à Villerupt.

(Extrait.)

Art. 10. La présente permission cessera d'avoir son

effet à l'expiration du bail consenti par la commune pour six années, à partir du 21 février 1847, ou à l'expiration du renouvellement de ce bail, s'il a lieu.

Rembourse-ment de droits sur le sel.

Arrêté du Président de la République, en date du 5 mai 1849, qui ouvre au ministre des finances, sur l'exercice 1849, sauf la régularisation par l'Assemblée nationale, un crédit supplémentaire de quatre millions cinq cent mille francs, destiné à pourvoir, tant aux remboursements de droits sur le sel autorisés par l'article 6 de la loi du 28 décembre 1848, qu'au paiement des divers frais résultant de cette opération.

Rapport à M. le Ministre des travaux publics.

Paris, le 10 mai 1849.

Monsieur le ministre,

Minières de fer du département du Pas-de-Calais.

Les ingénieurs des mines et le préfet du Pas-de-Calais ont proposé d'assujettir à des dispositions réglementaires l'exploitation des minières de fer de ce département, ainsi que cela a été fait dans d'autres localités, en vertu des articles 57 et 58 de la loi du 21 avril 1810.

Ces articles portent que l'exploitation des minières est soumise à des règles spéciales; qu'elle ne peut avoir lieu sans permission; que la permission détermine les limites des extractions, les conditions relatives à la sûreté et à la salubrité publiques.

Un arrêté de l'un de vos prédécesseurs, du 22 avril 1844, a établi, conformément à ces dispositions de la loi, un réglement pour les minières du département du Cher.

Depuis, on a appliqué ce règlement, ou des mesures analogues, aux gîtes de minerais de fer de plusieurs départements.

Il sera utile de soumettre à un régime semblable les minières du Pas-de-Calais, qui alimentent un assez grand

nombre d'usines à fer, et dont il importe d'assurer le bon aménagement.

Le projet rédigé par l'ingénieur ordinaire des mines, et approuvé par l'ingénieur en chef et le préfet, présente certaines dispositions différentes de celles de l'arrêté du 22 avril 1844.

Elles sont motivées par la diversité des circonstances locales.

Quelques-unes, toutefois, ont paru entrer dans des détails trop compliqués pour être d'une exécution facile; le conseil-général des mines a pensé qu'il convenait de les remplacer par des conditions moins restrictives et plus simples, en laissant d'ailleurs au préfet la faculté de pourvoir, sur le rapport des ingénieurs, à ce que certains cas particuliers pourraient exiger.

Le règlement, tel qu'il a été amendé par le conseil des mines, est divisé en quatre titres, comme celui du Cher.

Le titre 1er concerne les permissions d'exploitation.

Conformément à l'article 57 de la loi du 21 avril 1810, on y impose à tout exploitant qui veut ouvrir de nouveaux travaux ou continuer les extractions déjà commencées, d'en faire la déclaration et de se munir d'une autorisation, en justifiant de ses droits de propriété ou de jouissance.

Le demandeur devra indiquer le mode de travaux qu'il se propose de suivre, et joindre à la pétition un plan en double expédition, dont une sera déposée à la Préfecture et l'autre dans le bureau de l'ingénieur des mines.

S'il s'agit d'extractions de minerais dans des bois communaux ou dans des forêts de l'Etat, il devra être fourni une troisième expédition du plan, destinée à l'administration des forêts, et l'on observera dans ce cas les formalités prescrites par l'article 67 de la loi précitée du 21 avril 1810.

La production de ces plans a été reconnue essentielle pour la conservation du sol et l'aménagement des gîtes de minerais.

Le titre II détermine les règles générales d'exploitation, suivant que celle-ci doit être opérée à ciel ouvert, par puits et galeries, ou par cavages à bouche.

On y a prescrit les conditions nécessaires pour préve-

nir les accidents et assurer une bonne direction des travaux. Ces règles ont, du reste, été simplifiées autant que possible, afin que les extractions puissent être faites économiquement. On s'est attaché à concilier à la fois les intérêts des exploitants et les intérêts de la sûreté et de la salubrité publiques.

Les deux derniers titres sont relatifs, l'un à l'exercice de la surveillance administrative, l'autre à la répression des contraventions.

Ils reproduisent entièrement les articles contenus à ce sujet dans le règlement, du 22 avril 1844, des minières du Cher, lesquels ne sont eux-mêmes que l'application des lois et règlements généraux de la matière.

J'ai l'honneur de vous soumettre, monsieur le ministre, l'arrêté portant règlement pour les minières de fer du département du Pas-de-Calais, que j'ai préparé d'après les conclusions du conseil-général des mines.

Veuillez agréer, etc.

Le chef de la division des mines,
Signé SALOMON.

Arrêté du Ministre des travaux publics, en date du 11 mai 1849, relatif à l'exploitation des minières de fer du département du Pas-de-Calais.

Le ministre des travaux publics,

Vu le projet présenté par les ingénieurs des mines et le préfet du département du Pas-de-Calais pour régulariser l'exploitation des minières de fer de ce département;

Vu les articles 57 et 58 de la loi du 21 avril 1810, ainsi conçus :

« *Art.* 57. L'exploitation des minières est assujettie à » des règles spéciales. Elle ne peut avoir lieu sans per- » mission.

» *Art.* 58. La permission détermine les limites de l'ex- » ploitation et les règles sous les rapports de sûreté et de » salubrité publiques. »

Vu la section 2 du titre VII de la même loi, relative à la propriété et à l'exploitation des minerais de fer d'alluvion ;

Les dispositions du titre X de ladite loi ;

Les décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813 ;

La loi du 14 décembre 1789 ;

Celles des 16-24 août 1790 ;

La loi du 29 floréal an X et les décrets des 18 août 1810 et 16 décenbre 1811 ;

La loi du 12 juillet 1837 ;

Vu l'avis du conseil général des mines, du 23 février 1849 ;

Arrête ce qui suit :

Art. 1[er]. L'exploitation des minières de fer du département du Pas-de-Calais opérée soit à ciel ouvert, soit par travaux souterrains, est soumise aux mesures de sûreté et de salubrité qui sont prescrites ci-après.

TITRE I[er].

DES DÉCLARATIONS, DES DEMANDES EN PERMISSION ET DES ACTES PORTANT PERMISSION D'EXPLOITER.

Art. 2. Toute personne ayant droit ou qualité, qui voudra commencer ou continuer l'exploitation d'une minière, sera tenue d'en faire la déclaration ou d'en demander la permission au préfet.

Art. 3. La déclaration ou demande en permission énoncera d'une manière précise :

Les nom, prénoms et demeure du déclarant ;

La situation et les limites du terrain contenant la minière qu'il veut exploiter ;

Le mode d'exploitation qu'il se propose de suivre ;

Enfin la nature des droits, soit de propriété, soit de jouissance, qu'il peut avoir sur ladite minière, ou les motifs qui peuvent lui faire accorder, par l'administration, la permission d'exploiter au lieu et place du propriétaire.

Il devra y être joint un extrait du plan parcellaire du cadastre en double expédition, donnant la situation de la

minière avec l'indication des habitations et chemins publics, dans un rayon de 30 mètres au moins.

Art. 4. Si le déclarant est propriétaire de la minière, ou s'il est au droit de ce propriétaire, acte de sa déclaration lui sera donné par le préfet, conformément à l'art. 59 de la loi du 21 avril 1810, et cet acte vaudra pour lui permission.

Art. 5. Si le déclarant est maître de forges et demande, en vertu des art. 60 et suivants de la susdite loi, à exploiter des minerais au lieu et place du propriétaire qui refuserait de les exploiter lui-même, ou qui n'en exploiterait pas en quantité suffisante, il devra justifier qu'il a notifié sa demande au propriétaire par acte extrajudiciaire, et qu'il s'est écoulé un délai d'un mois depuis cette notification, sans que celui-ci ait déclaré qu'il entendait exploiter lui-même.

Le préfet, après avoir entendu le propriétaire, ou après l'avoir mis en demeure de se faire entendre, statuera sur la demande ainsi qu'il appartiendra.

Art. 6. Les actes portant permission ne seront délivrés par le préfet, en conformité des articles 4 et 5 ci-dessus, qu'après que l'ingénieur des mines du département aura été entendu.

Ces actes détermineront les limites de l'exploitation, les conditions principales du mode à suivre pour cette exploitation, d'après les règles générales qui seront établies au titre II.

S'il s'agit d'extractions de minerais à opérer dans les forêts de l'Etat, ou dans des bois appartenant à des communes ou à des établissements publics, on observera les formalités prescrites par l'article 67 de la loi du 21 avril 1810.

Dans ce dernier cas, il devra être fourni par le demandeur une troisième expédition du plan exigé en l'article ci dessus, pour être remise à l'administration des forêts.

Art. 7. Les dispositions prescrites par les articles 2, 3, 5 et 6 du présent règlement sont applicables aux permissions qu'il pourrait y avoir lieu de délivrer à plusieurs maîtres de forges, en exécution de l'article 64 de la même loi, pour exploiter concurremment dans un même fonds.

TITRE II.

RÈGLES GÉNÉRALES DE L'EXPLOITATION.

SECTION I. — De l'exploitation a ciel ouvert.

Art. 8. Le gîte de minerai, les terres et autres matières qui le recouvrent, seront coupés en banquettes d'une hauteur telle, relativement à leur largeur, que les parois de la tranchée soient bien stables et qu'il ne puisse s'y faire aucun éboulement. L'exploitant sera tenu de se conformer aux instructions qui lui seront données à cet égard par l'ingénieur des mines; les instructions seront visées par le préfet.

Art. 9. Les vides résultant de l'exploitation seront remblayés au fur et à mesure de son avancement, avec les déblais qu'elle fournira, et le remblai sera régalé autant que possible.

Art. 10. Un fossé de 0m,50 de profondeur et de 0m,50 de largeur à la partie inférieure sera ouvert, s'il y a lieu, au pourtour de l'exploitation, et devra l'enceindre sans autres lacunes que celles qui seront déterminées par les chemins de service.

Le déblai provenant de ce fossé sera disposé en forme de berge sur celui de ses bords qui se trouvera du côté des travaux.

Le fossé pourra être remplacé par une haie ou par une barrière solidement établie, ou enfin par un petit mur en pierres sèches.

SECTION II. — de l'exploitation souterraine.

§ I. — *Exploitation par puits et galeries.*

Art. 11. L'exploitation par puits et galeries sera faite à l'aide de deux puits, au moins, communiquant entre eux par des galeries pratiquées dans le gîte.

Ces puits seront solidement boisés ou muraillés partout où cela sera reconnu nécessaire.

Les dimensions des massifs sur lesquels ils s'appuieront seront déterminées d'après la nature et la cohésion du terrain. Ces massifs ne pourront être attaqués qu'à la fin de l'exploitation.

Art. 12. Autant que les circonstances locales le per-

mettront, l'extraction sera opérée par un ou deux systèmes de galeries ou rameaux, autant que possible parallèles, poussés, à partir de la galerie principale, jusqu'aux limites du gîte.

Lesdites galeries, dont la largeur sera fixée par le préfet sur le rapport de l'ingénieur des mines, seront disposées de manière qu'il reste entre elles des piliers carrés d'une épaisseur suffisante pour la solidité des travaux.

Elles devront d'ailleurs être boisées lorsque le gîte et la roche qui lui sert de toit ne presenteront pas assez de solidité pour se soutenir par eux-mêmes.

Art. 13. Les piliers réservés dans le gîte seront ensuite exploités, en commençant par les piliers éloignés et en revenant successivement vers le puits.

Art. 14. Les treuils servant à l'extraction des matières et à la circulation des ouvriers seront soutenus par des montants solidement fixés sur de larges semelles en bois.

L'un des puits devra d'ailleurs, autant que possible, être muni d'une descenderie de secours en échelles.

Art. 15. Les puits seront environnés de barrières solidement établies. Ils seront comblés dès qu'ils seront devenus inutiles.

Art. 16. Les puits d'extraction ne pourront être ouverts à moins de 5 mètres du bord des excavations voisines, et les exploitants devront se conformer aux mesures qui pourraient être prescrites pour assurer la stabilité complète des massifs auxquels ces puits sont adossés. Ils devront, si cela est reconnu nécessaire, attendre que les excavations soient remblayées avant de les approfondir.

§ 2. — *Exploitation par cavage à bouche.*

Art. 17. L'entrée de chaque exploitation par cavage à bouche sera protégée contre les éboulements du terrain supérieur, soit au moyen de banquettes établies en retraite ainsi que cela est prescrit par l'article 8 pour les exploitations à ciel ouvert, soit par toute autre disposition reconnue convenable.

Art. 18. Un fossé disposé selon ce qui est prescrit par l'article 10 sera creusé, s'il y a lieu, à 3 mètres au delà de l'excavation ou de la dépression où se trouvera l'entrée de l'exploitation.

Ce fossé pourra être remplacé par une haie, ou par une barrière, ou enfin par un mur en pierres sèches.

Art. 19. La largeur de la galerie par laquelle on pénétrera dans le gîte sera déterminée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, d'après la nature et la solidité du terrain. Cette galerie sera perpendiculaire, près de son orifice, à la direction du plan de la bouche de cavage, et sera poussée jusqu'à la limite opposée du champ des travaux. Ensuite l'exploitation sera préparée et conduite selon les règles prescrites par les articles 12 et 13.

L'entrée de la galerie principale sera solidement boisée ou muraillée toutes les fois que la nature du terrain l'exigera.

Lorsque la nécessité en sera reconnue, cette galerie sera mise en communication, soit avec un puits, soit avec une autre galerie débouchant au jour.

SECTION III. — DISPOSITIONS COMMUNES A TOUTES LES EXPLOITATIONS.

Art. 20. L'exploitation, de quelque manière qu'elle soit opérée, ne pourra, sans une autorisation spéciale du préfet, être poussée, dans le voisinage des chemins publics ou des habitations, à une distance moindre de 10 mètres de ce chemin et de ces habitations.

Art. 21. Quand il s'agira d'une exploitation à ciel ouvert, cette distance fixe de 10 mètres, mesurée du bord de la tranchée, sera augmentée d'une distance égale à la profondeur de la tranchée. Toutefois cette distance pourra être réduite par une décision du préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Art. 22. L'autorisation d'exploiter dans la zone à réserver en vertu des deux articles précédents, ne sera donnée, s'il y a lieu, par le préfet, qu'apres avoir entendu l'ingénieur des mines du département.

Quand l'exploitation devra s'approcher d'une route nationale ou d'une route départementale, les ingénieurs des ponts-et-chaussées seront entendus.

L'autorisation qui pourrait être accordée déterminera la distance à laquelle il sera permis de pousser les travaux, et les mesures à prendre pour assurer la solidité des parois de la tranchée pendant l'exploitation, enfin les conditions du remblai de l'excavation.

Art. 23. Dans le cas où les eaux pluviales qui se réunissent dans les excavations abandonnées ne s'infiltreraient pas dans le sol, et où il serait reconnu que cet état de choses est contraire à la salubrité publique, les propriétaires des minières ou les permissionnaires pourront être tenus soit de remblayer ces excavations, en tout ou en partie, soit de faire des rigoles pour l'écoulement des eaux, soit de percer des trous de sonde ou des puisards jusqu'au terrain perméable.

Il ne pourra être fait usage de ces eaux pour le lavage des minerais (à moins qu'il ne s'agisse de lavoirs portatifs), qu'autant que l'établissement des ateliers de lavage aura été autorisé suivant les lois et règlements.

Art. 24. Si, à raison des circonstances particulières du gisement de certains minerais, il était reconnu utile de modifier, par l'addition de quelques nouvelles conditions, ou par l'exemption de quelques-unes des dispositions du règlement, les règles générales d'exploitation prescrites au titre II, le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, apportera à ces règles telles modifications jugées convenables.

Art. 25. Avant qu'une fouille soit abandonnée, l'ingénieur des mines, ou à son défaut le garde-mines, tracera sur les plans la forme et les limites de la partie de la minière dont l'exploitation est terminée.

TITRE III.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES MINIÈRES.

Art. 26. La surveillance de l'exploitation des minières est exercée sous l'autorité du préfet, par les ingénieurs des mines ou, en l'absence de ces ingénieurs, par le garde-mines placé sous leurs ordres, et concurremment par les maires et autres officiers municipaux, chacun dans l'ordre de ses attributions, et conformément à ce qui est prescrit par le décret organique du 18 novembre 1810 (articles 15, 18, 29 et 30), par le décret sur la police souterraine du 3 janvier 1813 (articles 13, 14, 18, 19, 21 et 23), par la loi du 14 décembre 1789 (article 50), par celle des 16-24 août 1790 (titre XI, articles 1er et 3), et par celle du 12 juillet 1837 (articles 9 et 10, §§ 1, 11, 14 et 15).

Art. 27. Conformément aux articles 12 et 13 du décret précité du 3 janvier 1813, les propriétaires ou exploitants des minières seront tenus de donner immédiatement connaissance au maire de la commune et à l'ingénieur des mines du département, ou, en cas d'absence de cet ingénieur, au garde-mines, de tous accidents qui auraient occasionné la mort ou des blessures graves à un ou plusieurs ouvriers ou qui compromettraient la sûreté de leurs travaux ou des propriétés voisines de la surface.

Art. 28. Les ingénieurs des mines et le garde-mines veilleront à ce que toutes les mesures prescrites dans l'intérêt de la sûreté et de la salubrité publiques soient rigoureusement exécutées. Au besoin ils laisseront aux exploitants des minières des instructions écrites, lesquelles, en cas d'accidents, seront rappelées dans leurs procès-verbaux pour valoir ce que de droit.

Art 29. Lorsqu'une exploitation présentera une cause imminente de danger, elle pourra être interdite administrativement, conformément aux articles 3, 4 et 5 du décret du 3 janvier 1813.

Le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, prescrira les mesures qui devront être observées lors de la reprise des travaux.

TITRE IV.

RÉPRESSION ET POURSUITE DES CONTRAVENTIONS.

Art. 30. Les contraventions aux dispositions du présent règlement qui auraient ou pourraient avoir pour effet de porter atteinte à la solidité des routes nationales ou départementales seront constatées, réprimées et poursuivies par voie administrative, conformément à la loi du 29 floréal an X et aux décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Art. 31. Les procès-verbaux constatant ces contraventions seront rédigés par les ingénieurs des mines, ou, à leur défaut, par le garde-mines, et concurremment par les maires et autres fonctionnaires publics désignés en l'article 2 de la loi du 29 floréal an X.

Art. 32. Ces procès-verbaux, dûment affirmés dans le délai de vingt quatre heures devant les maires ou adjoints des communes dans lesquelles les contraventions auront été commises, visés pour timbre et enregistrés en débet,

seront transmis immédiatement au sous-préfet, lequel ordonnera par provision, et sauf recours au préfet, ce que de droit.

Il sera statué définitivement par le conseil de préfecture.

Art. 33. Toutes les autres contraventions aux dispositions du présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police.

Les procès-verbaux seront dressés par les ingénieurs des mines, ou, à leur défaut, par les garde-mines, et concurremment par les maires ou par tous autres officiers de police judiciaire, selon ce qui est prescrit par l'article 93 de la loi du 21 avril 1810, et par les articles 10 et 31 du décret du 3 janvier 1813, et par les articles 11 à 21 du Code d'instruction criminelle.

Ces procès-verbaux seront affirmés dans le délai spécifié en l'art. 29, visés pour timbre et enregistrés en débet.

L'affirmation sera reçue soit par le juge de paix du canton, soit par un de ses suppléants, soit par le maire ou par l'adjoint de la commune où la contravention aura été commise, conformément aux règles établies par l'art. 11 de la loi du 28 floréal an X sur les justices de paix.

Art. 34. Il sera adressé au préfet des copies desdits procès-verbaux. Les originaux seront transmis au procureur de la République, chargé, par l'article 95 de la loi du 21 avril 1810, de poursuivre les contrevenants devant le tribunal de police correctionnelle, pour l'application des amendes et autres peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts des parties.

Mines de houille de la Calaminière.

Arrêté du Président de la République, en date du 14 mai 1849, qui accorde aux sieurs Henri MARTIN, Henri-Charles ROCHAS, *aux ayants droit du sieur* Louis PAGAT et Cᵉ, *la concession de mines de houille situées dans la commune de* SAINT-JEAN-BONNEFOND, *arrondissement de* SAINT-ETIENNE (Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Calaminière*, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Ouest, par une portion NS d'une ligne droite allant du clocher de Rochetaillée au centre de l'emplacement de l'ancienne église de Sorbiers, ligne qui forme la limite orientale des deux concessions du Montcel et de la Chazotte; le point N se trouvant à la rencontre de cette ligne droite avec la limite Nord-Ouest de la concession de Saint-Jean-Bonnefond, et le point S à l'intersection de cette même ligne et du chemin de la Fouillouse à Saint-Chamond, point d'intersection qui est aussi commun aux limites des trois concessions de la Chazotte, de Sorbiers et de Bencla;

Au Nord et *au Nord-Est*, par ledit chemin de la Fouillouse à Saint-Chamond, à partir dudit point S jusqu'à la rencontre avec le ruisseau qui borde la commune d'Izieux à l'Ouest, et par ce ruisseau jusqu'au point P, où il est traversé par le chemin allant du domaine de la Croix à Saint-Chamond, lequel point se trouve aussi sur la limite Nord-Ouest de la concession de Saint-Jean-Bonnefond, la limite SP servant de limite Sud et de limite Sud-Ouest aux deux concessions de Bencla et de Saint-Chamond;

Au Sud-Est, enfin, par ladite limite Nord-Ouest de la concession de Saint-Jean-Bonnefond, laquelle est déterminée par une ligne droite menée de ladite rencontre du chemin venant du domaine de la Croix avec le ruisseau qui borne la commune d'Izieux, à l'angle Sud-Est de la concession de Chaney, mais en arrêtant cette ligne droite au point N, où elle coupe la ligne droite dirigée du clocher de Rochetaillée sur le centre de l'emplacement de l'ancienne église de Sorbiers, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, soixante et un hectares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé à une redevance en nature proportionnelle aux produits de l'extraction, laquelle sera payée par les concessionnaires aux propriétaires des terrains sous lesquels ils exploiteront. Cette redevance est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

Pour les couches de 2 mètres de puissance et au-dessus, à ciel ouvert, la redevance sera le quart du produit brut; par puits jusqu'à 50 mètres inclusivement, le sixième; de 50 mètres à 100 mètres, le huitième; de 100

à 150 mètres, le dixième; de 150 à 200 mètres, le douzième; de 200 à 250 mètres, le quatorzième; de 250 à 300 mètres, le seizième; de 300 à 350 mètres, le vingtième; de 350 à 400 mètres, le vingt-quatrieme; de 400 à 450 mètres, le vingt-huitième; de 450 à 500 mètres, le trente-deuxième; au-delà de 500 mètres, le quarantième.

Ces fractions diminueront d'un tiers pour les epaisseurs des couches de 2 mètres à 1 mètre; de moitié pour les épaisseurs d'un à demi-mètre, et de trois quarts pour les couches au dessous d un demi-mètre; le tout ainsi qu'il est indiqué au tableau suivant.

Enfin toutes ces fractions seront réduites d'un tiers dans le cas où les concessionnaires emploieraient la méthode d'exploitation dite *par remblais*. Néanmoins, cette réduction n'aura lieu que dans le cas où il sera reconnu que le remblai occupera la huitième partie au moins des excavations opérées, et que la méthode procurera l'enlèvement des cinq sixièmes au moins de la houille contenue dans chaque tranche de couche en extraction.

Le remblai s'entendra des matières transportées et disposées de manière à soutenir le toit des excavations, et non des debris détachés du toit de la couche, soit par éboulement naturel, soit artificiellement.

TABLEAU *des redevances à payer aux propriétaires de la surface par les concessionnaires.*

PROFONDEUR.	PUISSANCE DES COUCHES.			
	de 2 mètr. et au-dessus.	de 2 mètr. à 1 mètre.	de 1 mètre à 1/2 mètre.	au-dessous de 1/2 mètre.
A ciel ouvert.	1/4	1/6	1/8	1/16
Par puits, jusq. 50 m. incl.	1/6	1/9	1/12	1/24
— de 50 à 100 mètres.	1/8	1/12	1/16	1/32
— de 100 à 150 »	1/10	1/15	1/20	1/40
— de 150 à 200 »	1/12	1/18	1/24	1/48
— de 200 à 250 »	1/14	1/21	1/28	1/56
— de 250 à 300 »	1/16	1/24	1/32	1/64
— de 300 à 350 »	1/20	1/30	1/40	1/80
— de 350 à 400 »	1/24	1/36	1/48	1/90
— de 400 à 450 »	1/28	1/42	1/56	1/100
— de 450 à 500 »	1/32	1/48	1/64	1/110
Au delà de 500 »	1/40	1/60	1/80	1/150

Les dispositions du tarif ci-dessus seront applicables nonobstant toutes stipulations contraires qui pourraient résulter des conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface

Art. 5. Les nombres portés dans le tarif ci-dessus, à la colonne *profondeur*, expriment les distances verticales qui existent entre le sol de chaque plan d'accrochage (ou recette) de la houille à l'intérieur de la mine et le seuil bordant à l'extérieur l'orifice du puits, soit que l'extraction s'opère par un puits vertical, soit qu'elle ait lieu par un puits incliné (ou fendue). Le cas arrivant où la tonne (ou benne) qui contient la houille serait accrochée au bas d'un plan incliné sur le prolongement d'un puits vertical, la profondeur ne sera comptée qu'à partir de la naissance du puits vertical.

Art. 6. Les puissances des couches de houille portées au tarif expriment les puissances réunies des différents lits (ou mises) de houille dont se compose une même couche, déduction faite des bancs de rochers interposés entre ces lits.

Toutefois la déduction aura lieu seulement à l'égard des bancs ou bandes de rochers qui se seront présentés avec continuité sur une surface de 100 mètres carrés au moins, avec une épaisseur moyenne de $0^m,10$ et au-dessus.

Art. 7. La redevance sera délivrée jour par jour en nature, à moins que les propriétaires n'aiment mieux la recevoir en argent; dans ce cas, elle sera payée par semaine par les concessionnaires, suivant le prix courant de la houille de même qualité dans les concessions voisines.

Les propriétaires devront déclarer aux concessionnaires en quelle valeur ils veulent percevoir leur redevance, soit en nature, soit en argent, et cette déclaration sera obligatoire jusqu'à l'abandon de la couche en exploitation au moment où la déclaration a été faite.

Arrêté du Président de la République, en date du 14 mai 1849, qui concède pour 99 ans, sous le nom de concession du CAP TENÈS, *à MM.* HENRY LEROY *et* J.-E. LARRIEU, ***des mines de fer exploi-***

Mines de fer, cuivre, plomb et autres métaux du cap Tenès.

tables tant par travaux souterrains qu'à ciel ouvert, et des mines de cuivre, de plomb et autres métaux compris dans les mêmes gîtes, à l'Est de TENÈS en Algérie.

Le Président de la République,

Vu les demandes en concession de mines de fer, de cuivre et de plomb, près et à l'Est de Tenès, en Algérie, formées respectivement par MM. Henry Leroy et J.-E. Larrieu, négociants à Paris, et par MM. Ado'phe et Albert Laugier, fils cadets, négociants à Alger;

Le permis d'exploration accordé à MM. Leroy et Larrieu, par arrêté ministériel du 20 juin 1843 et renouvelé le 27 avril 1846;

Le rapport de l'ingénieur des mines, du 20 juillet 1846, approuvé par l'ingénieur en chef le 7 août suivant, et le plan y joint;

L'avis du directeur des travaux publics, du 23 dudit mois d'août 1846;

La délibération du conseil supérieur d'administration de l'Algérie, du 26 décembre suivant, transmise par le gouverneur général le 30 du même mois;

Les lettres de MM. Leroy et Larrieu, et de MM. Laugier fils, des 20 et 21 février 1847, par lesquelles ils déclarent adhérer au règlement d'indemnités proposé par l'ingénieur des mines, dans son rapport du 20 juillet 1846, pour les travaux de recherches exécutés par eux;

Les actes de notoriété en date du 25 mars 1848, et 9, 10 et 11 février 1848, constatant les facultés pécuniaires de MM. Leroy et Larrieu;

La lettre du Ministre des travaux publics, du 8 janvier 1848;

L'avis du comité des travaux publics, de l'agriculture et du commerce du conseil d'Etat, du 7 mars 1848;

Le nouveau permis d'exploration accordé par arrêté ministériel du 21 mars 1848;

La loi du 21 avril 1810 sur les mines, les décrets des 6 mai 1811 et 3 janvier 1813, la loi du 27 avril 1838 et les ordonnances des 18 avril 1842 et 26 mars 1843;

L'arrêté du chef du Pouvoir exécutif, du 9 octobre 1848, déclarant provisoirement inapplicables en Algérie l'article 3 de la loi du 21 avril 1810, en ce qui concerne les minerais de fer dits d'alluvion, et les articles 59 à 69 de

la même loi, relatifs aux minerais de fer d'alluvion et aux mines de fer en filons ou en couches exploitables à ciel ouvert ;

Vu le rapport du Ministre de la guerre ;

Considérant que le comité des travaux publics du conseil d'État n'a élevé, dans la délibération du 7 mars 1848, aucune objection sur le fond de l'affaire, et n'a contesté ni le principe ni l'utilité de la concession ;

Que l'intérêt de la colonisation algérienne et celui des demandeurs, qui ont dès longtemps satisfait aux obligations qui leur étaient imposées, ne permettent pas de différer davantage la concession sollicitée ;

Arrête :

Art. 1er. Il est fait concession pour quatre-vingt-dix-neuf ans, à MM. Henry Leroy et J.-E. Larrieu, négociants, demeurant à Paris, des mines de fer exploitables, tant par travaux souterrains qu'à ciel ouvert, des mines de cuivre, de plomb et autres métaux compris dans les mêmes gîtes, qui sont situés à l'Est de Tenès, en Algérie, dans les limites ci-après définies.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession du cap Tenès*, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Sud, par la rive droite de l'Oued-Taffilès, à partir de son embouchure, point A, jusqu'à sa bifurcation, point B ; puis par la rive droite de l'Oued-Risselan, B C D, jusqu'au col, point D, qui sépare le bassin de Tenès de celui de la baie de Taraguia ;

A l'Est, par une ligne brisée, D L M, passant au pied du pic remarquable qui avoisine le point D, et joignant les principaux faîtes, point L, point M, qui séparent le bassin de la baie de Tenès de celui de la baie de Taraguia ;

Au Nord, par la ligne M N, joignant le point M, au ravin du marabout de Sidi-Merouan, au point N ; puis la rive gauche de ce ravin, depuis le point N jusqu'à la mer, point O ;

A l'Ouest, le bord de la mer, depuis le ravin de Sidi-Merouan, point O, jusqu'à l'embouchure de l'Oued-Allalah, point A ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'environ 11 kilomètres carrés, 38 hectares, 75 ares, 7 centiares.

Art. 3. Il n'est rien préjugé sur l'exploitation des gîtes de tout minerai étranger au fer, au cuivre et au plomb, qui peuvent exister dans la concession du cap Tenès. La concession de ces gîtes de minerais sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit aux concessionnaires du cap Tenès, soit à une autre personne. Les cahiers des charges des deux concessions régleront, dans ce dernier cas, les rapports des deux concessionnaires entre eux, pour la conservation de leurs droits mutuels et pour la bonne exploitation des deux substances.

Art. 4. Les concessionnaires seront tenus de traiter ou faire traiter, soit en Algérie, soit en France, les minerais provenant de l'exploitation de la concession. L'exportation à l'étranger est interdite.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, soit l'État, soit les particuliers, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sont réglés à une rente annuelle de vingt centimes par hectare de superficie.

Ces dispositions sont applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter des conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Les droits attribués à l'Etat, comme propriétaire de la surface, seront versés tous les trois mois entre les mains du receveur des domaines.

Art. 6. Les concessionnaires payeront, en outre, aux propriétaires de la surface, les indemnités déterminées par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, pour les dégâts et non-jouissance de terrain occasionnés par l'exploitation des mines.

Art. 7. Conformément à l'estimation portée dans le rapport de l'ingénieur des mines, du 20 juillet 1846, ci-dessus visé, et à laquelle ont adhéré, par lettres des 20 et 21 février 1847, MM. Leroy et Larrieu, concessionnaires des mines du cap Tenès, et MM. Laugier, fils cadets, concessionnaires, par arrêté de ce jour, des mines de l'Oued-Taffilès, les indemnités pour travaux entrepris, tant par MM. Laugier dans le périmètre de la concession du cap Tenès, que par MM. Leroy et Larrieu dans celui de l'Oued-Taffilès, sont réglées, toutes compensations établies, à la somme de trois mille six cents francs, qui devra être payée à MM. Laugier fils par MM. Leroy et Larrieu.

Les questions d'indemnités à payer par MM. Leroy et Larrieu, qui s'élèveraient à raison de travaux faits antérieurement au présent arrêté par des personnes autres que MM. Laugier fils, seront décidées par le conseil de préfecture, en exécution de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 8. Les concessionnaires payeront à l'Etat, entre les mains du receveur des domaines, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810, et conformément à ce qui est déterminé par le décret du 6 mai 1811.

Art. 9. Les concessionnaires se conformeront exactement aux dispositions du cahier des charges annexé au présent arrêté, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 10. En exécution de l'ordonnance royale du 18 avril 1842, ils devront élire un domicile administratif en Algérie, et le feront connaître par une déclaration adressée au Préfet.

Art. 11. La compagnie concessionnaire sera tenue, conformément à l'article 7 de la loi du 27 avril 1838, de désigner, par une déclaration authentique faite au Préfet, celui de ses membres, ou toute autre personne résidant en Algérie, à qui elle aura donné les pouvoirs nécessaires pour correspondre en son nom avec l'autorité administrative, et, en général, pour la représenter vis-à-vis de l'administration, tant en demandant qu'en défendant.

Elle devra, en outre, justifier, aux termes du même article 7, qu'il a été pourvu, par une convention spéciale, à ce que les travaux d'exploitation soient soumis à une direction unique, et coordonnés dans un intérêt commun.

Faute par la compagnie d'avoir fait, dans le délai qui lui aura été assigné, la déclaration et la justification requises par le présent article, ou d'exécuter les clauses de la convention qui auraient pour objet d'assurer l'unité de la concession, les dispositions dudit article 7 de la loi du 27 avril 1838 et celles des articles 93 et suivants de la loi du 21 avril 1820 pourront lui être appliquées.

Art. 12. La propriété de la concession ne pourra être transportée, cédée, vendue ou transmise d'une manière quelconque à une autre personne ou à une compagnie, sans l'autorisation du gouvernement.

Art. 13. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'administration des mines, en exécution des articles 47, 49 et 50 de la loi du 21 avril 1810 et du titre II du décret du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise, d'une manière quelconque, à une autre personne par le concessionnaire. Ce cas arrivant, le nouveau propriétaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par le présent arrêté et par le cahier des charges y annexé.

Dans le cas où la concession serait transmise à une société, celle-ci sera tenue de se conformer à ce qui est exigé par l'article 7 de la loi du 27 avril 1838, sous peine de l'application, s'il y a lieu, des mesures prescrites par le même article, et des dispositions des articles 95 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Art. 14. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans aucune cause reconnue légitime, le Préfet assignera aux concessionnaires un délai de rigueur qui ne pourra excéder trois mois. Faute par les concessionnaires de justifier, dans ce délai, de la reprise de l'exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, au Ministre de la guerre, qui prononcera, s'il y a lieu, le retrait de la concession, en exécution de l'article 10 de la loi du 27 avril 1838, et suivant les formes prescrites par l'article 6 de la même loi.

Art. 15. Provisoirement et jusqu'à ce que la décision du Ministre soit rendue, le Préfet déterminera, par un arrêté, le mode suivant lequel il conviendra de procéder à l'exploitation des minerais de fer qui seront nécessaires aux usines du voisinage.

Cet arrêté sera soumis à l'approbation du Ministre de la guerre.

Art. 16. Si les concessionnaires veulent renoncer à la totalité ou à une portion de la concession, ils s'adresseront par voie de pétition au Préfet, six mois au moins avant l'époque à laquelle ils auraient l'intention d'abandonner les travaux de leurs mines, et ils joindront à ladite pétition :

1° Le plan et l'état descriptif de leurs exploitations ;

2° Un certificat du conservateur des hypothèques con-

statant qu'il n'existe point d'inscriptions hypothécaires sur la concession, ou, dans le cas contraire, un état de celles qui pourraient avoir été prises.

Lorsque ces pièces auront été fournies, la pétition sera publiée dans le *Moniteur algérien* et affichée pendant quatre mois, 1° à Alger, 2° au domicile des demandeurs, 3° au lieu de la résidence de l'autorité civile ou militaire chargée de l'administration du territoire sur lequel s'étend la concession. Les oppositions, s'il s'en présente, seront reçues et notifiées dans les formes déterminées par l'article 26 de la loi du 21 avril 1810.

La révocation ne sera valable que lorsqu'elle aura été acceptée, s'il y a lieu, par un arrêté du gouvernement.

Art. 17. Le présent arrêté sera publié au *Moniteur algérien* et au Bulletin officiel des actes du gouvernement, et affiché aux frais des concessionnaires à Alger et au lieu de la résidence de l'autorité civile et militaire chargée de l'administration du territoire sur lequel s'étend la concession.

Art. 18. Les dispositions de la loi du 21 avril 1810, des décrets des 6 mai 1811 et 3 janvier 1813, de la loi du 27 avril 1838, et des ordonnances royales des 18 avril 1842 et 26 mars 1843, mentionnées dans le présent arrêté, et généralement les dispositions de ces lois, décrets et ordonnances qui n'y sont point contraires, recevront leur exécution, sauf les modifications nécessitées par l'organisation administrative de l'Algérie.

Art. 19. Le Ministre de la guerre est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Cahier des charges de la concession des mines de fer, de cuivre et de plomb du CAP TENÈS.

Art. 1er. Dans le délai de trois mois à dater de la notification de l'arrêté de concession, il sera planté des bornes sur tous les points servant de limites à la concession où cela sera reconnu nécessaire. L'opération aura lieu aux frais des concessionnaires, à la diligence du préfet et en présence de l'ingénieur des mines qui en dressera procès-verbal. Expéditions de ce procès-verbal seront adressées au ministre de la guerre, au préfet et aux concessionnaires.

Art. 2. Dans le même délai, les concessionnaires de-

vront reprendre et continuer les travaux destinés à l'exploration et à la reconnaissance des gîtes concédés, et ils devront entreprendre les travaux qui seront jugés nécessaires pour préparer l'exploitation de ces gîtes.

Art. 3. Les concessionnaires exécuteront, en outre, conformément à ce qui leur sera prescrit par le préfet et sous la surveillance spéciale des ingénieurs des mines, les travaux qui seront jugés nécessaires pour compléter l'exploration des terrains compris dans la concession.

Art. 4. Les travaux prescrits ci-dessus devront être exécutés dans un délai de six mois, à dater de la notification de l'arrêté de concession. Ce délai pourra être prorogé par le ministre de la guerre.

Art. 5. Après l'achèvement des travaux prescrits par l'article 2, et au plus tard dans un délai de six mois, les concessionnaires adresseront au préfet les plans et coupes de leurs mines et des travaux déjà exécutés. Ces plans seront dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ils y joindront un mémoire indiquant avec détails le mode d'exploitation qu'ils se proposeront de suivre. L'indication de ce mode d'exploitation sera aussi tracée sur les plans et coupes.

Art. 6. Le préfet, sur le vu de ces pièces et après avoir consulté les ingénieurs des mines, autorisera, s'il y a lieu, l'exécution du projet des travaux.

S'il est reconnu que ce projet peut occasionner quelques uns des inconvénients ou dangers énoncés tant dans le titre v de la loi du 21 avril 1810 que dans les titres II et III du décret du 3 janvier 1813, qu'il n'assure pas aux mines une exploitation régulière et durable, qu'il ne se coordonne pas convenablement avec la marche des exploitations voisines, enfin qu'il serait un obstacle aux travaux d'intérêt général que l'administration peut avoir ultérieurement à prescrire, le préfet n'en autorisera l'exécution qu'en y apportant les modifications nécessaires.

En cas de réclamation de la part des concessionnaires, il sera définitivement statué par le ministre de la guerre.

Art. 7. Il ne pourra être procédé à l'ouverture de puits ou galeries partant du jour, pour être mis en communication avec des travaux existants, sans une autorisation

du préfet, sur la demande des concessionnaires et sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. 8. Lorsque les concessionnaires voudront ouvrir un nouveau champ d'exploitation, ils adresseront au préfet un plan qui devra se rattacher au plan général de la concession et un mémoire indiquant leurs projets de travaux, le tout dressé conformément à ce qui est prescrit par l'article 5 ci-dessus. Le prefet, sur le rapport des ingénieurs des mines, approuvera ou modifiera ce projet, ainsi qu'il est dit à l'article 6.

Art. 9. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous une ville, sous des habitations ou des édifices, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d une autorisation spéciale du prefet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines après que les propriétaires intéressés auront été entendus et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'art. 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Art. 10. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous un canal, un bassin, un cours d'eau, une route ou un chemin de fer, ou à une distance de ses bords moindre de douze mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que les propriétaires et les ingénieurs auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

S'il est reconnu que l'autorisation peut être accordée, l'arrêté du préfet prescrira toutes les mesures de conservation et de sûreté qui seront jugées nécessaires.

Art. 11. Les concessionnaires ne pourront pratiquer aucune ouverture de travaux dans les forêts domaniales

ou communales, avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater, au bout d'un an et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines, dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, les concessionnaires et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

Art. 12. Les concessionnaires seront civilement responsables des dégâts commis dans les forêts par leurs ouvriers ou par leurs bestiaux, dans la distance fixée par l'article 31 du Code forestier.

Art. 13. Lorsque les concessionnaires abandonneront une ouverture de mine dans les forêts, ils pourront être tenus de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, pris sur le rapport des agents de l'administration forestière et de l'ingénieur des mines, les concessionnaires ayant été entendus, et sauf recours devant le ministre de la guerre.

Art. 14. Chaque année, dans le courant de janvier, les concessionnaires adresseront au préfet les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ces plans, dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre de manière à pouvoir être rattachés aux plans généraux désignés dans les articles précédents, et renfermant toutes les indications mentionnées auxdits articles, seront vérifiés par l'ingénieur des mines.

Art. 15. Dans le cas où, soit par suite de circonstances imprévues, soit par le fait seul de l'approfondissement des mines, il deviendrait nécessaire de changer le mode d'exploitation qui aura été déterminé, conformément aux articles 2 et 6 ci-dessus, il y sera pourvu de la manière indiquée auxdits articles, sur la proposition des concessionnaires et sur le rapport des ingénieurs des mines, mais toujours après que les concessionnaires et les ingénieurs auront été entendus.

Art. 16. Aucune portion des travaux souterrains ne pourra être abandonnée qu'en vertu d'un arrêté du préfet

à qui la déclaration d'abandon devra être faite par les concessionnaires ; un plan des travaux sera joint à ladite déclaration. L'arrêté du préfet, pris sur le rapport de l'ingénieur des mines, prescrira, conformément aux articles 8 et 9 du décret du 3 janvier 1813, les mesures de police, de sûreté et de conservation jugées nécessaires.

Les ouvertures au jour des puits ou galeries qui deviendront inutiles, seront comblées ou bouchées par les concessionnaires ou à leurs frais, suivant le mode qui sera prescrit par le préfet, sur la proposition de l'ingénieur des mines, et à la diligence des autorités chargées de l'administration du territoire sur lequel les ouvertures seront situées.

Art. 17. Les concessionnaires tiendront l'exploitation de leurs mines en activité constante, et ne pourront la suspendre sans cause reconnue légitime par l'administration.

Art. 18. Les concessionnaires devront exploiter de manière à pourvoir aux besoins des consommateurs et à ne compromettre ni la sûreté publique, ni celle des ouvriers, ni la conservation de la mine. Ils se conformeront aux instructions qui leur seront adressées par l'administration et par les ingénieurs des mines, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des mines pourront donner lieu.

Art. 19. Dans le cas prévu dans l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, et généralement lorsque, par une cause quelconque, l'exploitation compromettra la sûreté publique ou celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol et des habitations de la surface, les concessionnaires seront tenus d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines, ou, à son défaut, au garde-mines et à l'autorité civile ou militaire chargée de l'administration de la localité où l'exploitation sera située.

Si les concessionnaires, sur la notification qui leur sera faite de l'arrêté que prendra le préfet pour faire cesser la cause du danger, n'y obtempèrent pas, il y sera pourvu selon ce qui est prescrit par les articles 4 et 5 de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Art. 20. Les concessionnaires seront tenus de placer à l'orifice des puits, tant d'extraction que d'épuisement, des machines assez puissantes pour suffire aux besoins de la

consommation et pour assécher convenablement les travaux.

Ces machines devront toujours être garnies d'un frein en bon état.

Art. 21. Les concessionnaires seront tenus de fournir, autant que leurs exploitations le permettront, à la consommation des usines à fer qui seraient établies dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix du minerai sera fixé de gré à gré, ou, en cas de contestation, par le prefet, sur la proposition des ingénieurs des mines.

Art. 22. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai de fer, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. 23. Conformément à l'article 14 de la loi du 21 avril 1810 et à l'article 25 du décret du 3 janvier 1813, les concessionnaires ne pourront confier la direction de leurs mines qu'à une personne qui aura justifié de la capacité suffisante pour bien conduire les travaux. Ils ne pourront employer en qualité de maîtres mineurs ou de chefs d'ateliers souterrains, que des personnes qui auront travaillé au moins pendant trois ans dans les mines comme mineurs, boiseurs ou charpentiers, ou des élèves de l'école des mineurs de Saint-Etienne ou de l'école des maîtres ouvriers mineurs d'Alais ayant achevé leurs cours d'études et pourvus d'un brevet.

Aux termes de l'article 26 du décret du 3 janvier 1813, les concessionnaires n'emploieront que des mineurs et ouvriers porteurs de livrets.

Art. 24. En exécution des décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813, ils tiendront constamment en ordre et à jour sur chaque mine :

1° Les plans et coupes des travaux souterrains, dressés sur l'échelle d'un millimètre par mètre;

2° Un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir, telles que l'allure des gîtes, leur épaisseur, la qualité du minerai, la nature du toit et du mur, le jaugeage des eaux affluant dans la mine ;

3° Un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux intérieurs et extérieurs;

4° Un registre d'extraction et de vente.

En exécution des articles 6, 27 et 28 du décret du 3 janvier 1813, les concessionnaires communiqueront ces plans et registres aux ingénieurs des mines, toutes les fois qu'ils leur en feront la demande.

Conformément aux articles 36 du décret du 18 novembre 1810 et 27 du décret du 6 mai 1811, les concessionnaires adresseront au préfet, dans la forme et aux époques qui leur seront indiquées, l'état de leurs ouvriers, celui des produits extraits dans le cours de l'année précédente, et la déclaration du revenu net imposable de leur exploitation.

Art. 25. Les concessionnaires seront tenus, en exécution de l'article 15 du décret du 3 janvier 1813, d'entretenir sur leur établissement, dans la proportion du nombre des ouvriers et de l'importance de l'exploitation, les médicaments et autres moyens de secours qui leur seront indiqués par le préfet.

Art. 26. Dans le cas où ils négligeraient, soit d'adresser au préfet, dans les délais fixés les plans dont il est question dans les articles 5 et 14, soit de tenir sur leurs exploitations le registre et le plan d'avancement journalier des travaux exigés par l'article 24, soit enfin d'entretenir constamment sur leurs mines les médicaments et autres moyens de secours, il y sera pourvu par le préfet, conformément aux dispositions de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Le préfet pourra également ordonner la levée d'office, et aux frais des concessionnaires, des plans dont l'inexactitude aurait été constatée par les ingénieurs des mines.

Art. 27. Faute par les concessionnaires d'adresser au préfet le projet d'exploitation exigé par l'article 5 ou de se conformer, dans leurs travaux, au mode d'exploitation qui aura été déterminé par le préfet, d'après l'article 6, leurs exploitations seront considérées comme pouvant compromettre la sûreté publique ou la conservation de la mine, et il y sera pourvu en exécution de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810. En conséquence, la contravention ayant été constatée par un procès-verbal de l'ingénieur des mines, la mine sera mise en surveillance spéciale, et il y sera placé, aux frais des concessionnaires, un garde-mine ou tout autre préposé nommé par le prefet, à l'effet de lui rendre un compte journalier de l'état des

travaux, et de proposer telle mesure de police dont il reconnaîtra la nécessité.

Sur les propositions de cet agent et sur le rapport des ingénieurs des mines, le préfet ordonnera l'exécution des travaux jugés nécessaires à la sûreté publique ou à la conservation de la mine, et la suspension ou l'interdiction des ouvrages dangereux, sauf à en rendre compte immédiatement au ministre de la guerre.

Les frais auxquels donnera lieu l'application de ces dispositions seront réglés par le préfet, et recouvrés conformément à ce qui est prescrit par l'article 5 de l'ordonnance royale du 26 mars 1843.

Art. 28. Si les gîtes à exploiter dans la concession du cap Tenès se prolongent hors de cette concession, le préfet pourra ordonner, sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus, qu'un massif soit réservé intact sur chaque gîte, près de la limite de la concession, pour éviter que les exploitations soient mises en communication avec celles qui auraient lieu dans une concession voisine, d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre mine. L'épaisseur des massifs sera déterminée par l'arrêté du préfet, qui en ordonnera la réserve.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque, que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les concessionnaires intéressés et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura autorisé cet ouvrage et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Dans le cas où l'utilité des massifs aurait cessé, un arrêté du préfet sera nécessaire pour autoriser les concessionnaires à exploiter la partie qui leur appartiendra.

Art. 29. Toutes les fois que les concessionnaires exécuteront des travaux sous des exploitations dépendant d'une autre concession ou dans leur voisinage immédiat, ils seront tenus, aux termes de l'article 15 de la loi du 21 avril 1810, de donner caution de payer toute indemnité en cas d'accident. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

Art. 30. Dans le cas où il serait reconnu nécessaire à l'exploitation de la concession, ou d'une concession limitrophe, d'exécuter des travaux ayant pour but, soit de

mettre en communication les mines des deux concessions pour l'aérage ou pour l'écoulement des eaux, soit d'ouvrir des voies d'aérage, d'écoulement ou de secours, destinées au service des mines de la concession voisine, les concessionnaires seront tenus de souffrir l'exécution de ces travaux et d'y participer dans la proportion de leur intérêt.

Ces ouvrages seront ordonnés par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus, et sauf recours au ministre de la guerre.

En cas d'urgence, les travaux pourront être entrepris sur la simple réquisition de l'ingénieur des mines, conformément à l'article 14 du décret du 3 janvier 1813.

Dans ces divers cas, il pourra y avoir lieu à indemnité d'une mine en faveur de l'autre, et le règlement s'en fera par experts, conformément à ce qui est prescrit par l'article 45 de la loi du 21 avril 1810, pour les travaux servant à l'évacuation des eaux d'une mine dans une autre mine.

Art. 31. Dans le cas où le gouvernement reconnaîtrait la nécessité de travaux communs à plusieurs exploitations situées dans des concessions différentes, soit pour assécher des mines inondées, soit pour garantir de l'inondation des mines qui n'en seraient pas encore atteintes, les concessionnaires se conformeront à tout ce qui sera prescrit en vertu de la loi du 27 avril 1838, relativement au système et au mode d'exécution et d'entretien des travaux d'épuisement, ainsi qu'à la répartition des taxes que les différents concessionnaires auront à acquitter.

Le refus de paiement de la quote-part attribuée aux concessionnaires donnera lieu, contre eux, à l'application de l'article 6 de la loi du 27 avril 1838.

Art. 32. L'exécution et la conservation des travaux dont il est question dans les deux articles précédents seront soumises à la surveillance spéciale des ingénieurs des mines.

Art. 33. Si des gîtes de minerais étrangers aux minerais de fer, de cuivre et de plomb, compris dans l'étendue de la concession du cap Tenès, sont exploités légalement par les propriétaires du sol ou deviennent l'objet d'une concession particulière accordée à des tiers, les concessionnaires des mines du cap Tenès seront tenus de souffrir les travaux que l'administration reconnaîtrait utiles à l'exploitation desdits minerais, et même, si cela est né-

cessaire, le passage dans leurs propres travaux, le tout, s'il y a lieu, moyennant indemnité, laquelle sera, selon les cas, réglée de gré à gré ou à dire d'experts, ou renvoyée au jugement du conseil de préfecture, par application de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 34. Dans le cas où les concessionnaires, usant de la faculté qui leur est donnée par l'article 4 de l'arrêté de concession, voudraient traiter en Algérie les produits de leur exploitation, ils ne pourront établir des usines pour la préparation mécanique et le traitement métallurgique de ces produits, qu'après l'accomplissement des formalités exigibles par application des articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Les concessionnaires devront, dans ce cas, amener sur les lieux le nombre d'ouvriers nécessaires, tant pour l'extraction des minerais que pour leur préparation mécanique et leur traitement minéralurgique dans les usines créées à cet effet : l'administration s'engageant à favoriser, autant que faire se pourra, l'établissement et le développement de ces centres de population par des concessions de terres proportionnées à leur importance, à la proximité des exploitations.

Mines de fer, de cuivre, plomb et autres métaux de l'Oued-Allelah.

Arrêté du Président de la République, en date du 14 *mai* 1849, *qui concède pour* 99 *ans, sous le nom de concession de l'*Oued-Allelah, *à MM.* Jean et Pierre Briqueler, Alexandre Chevaudier *et* Charles Desages, *des mines de fer exploitables tant par travaux souterrains qu'à ciel ouvert, et des mines de cuivre, de plomb et autres métaux compris dans les mêmes gîtes, au sud de* Tenès en Algérie.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de l'Oued-Allelah*, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir:

Au Nord, par la rive droite de l'Oued-el-Rour depuis sa rencontre avec le thalweg du Babel-Rebia, point P,

jusqu'à la fontaine romaine, point Q; une ligne droite allant de cette fontaine au pont américain de la route des Gorges, point R; le ravin qui remonte de ce pont au cimetière du Caroubier, point S; puis la ligne brisée S, G', H, I, passant par les signaux G'H, et aboutissant au signal L" sur la ligne de crête qui borde le bassin de l'Oued-Allelah;

A l'Est, par une ligne de crête I, T, U, et par la ligne U, V, descendant de la crête qui sépare l'Oued-Boullouen de l'Oued-Bou-Handeck vers le mamelon, point V, appelé Lar-el-Hakem, et passant par le douair du caïd des Merachiches;

Au Sud, par une ligne aboutissant du Lar-el-Hakem, point V, au confluent de l'Oued-Bou-Handeck et de l'Oued-Halbous; la rive droite VY de l'Oued-Ben-Ali, jusqu'à sa jonction, point Y, avec l'Oued-Allelah, et une ligne droite Y Z allant de ce point au marabout de Sidi-Hadid, point Z;

A l'Ouest, par une ligne allant du marabout de Sidi-Hadid, point Z, à l'Oued-el-Rour, point P, en suivant le thalweg du Babel-Rebia;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de quinze kilomètres carrés, soixante dix-huit hectares, cinquante-sept ares, vingt huit centiares.

Art. 3. Il n'est rien préjugé sur l'exploitation des gîtes de tout minerai étranger au fer, au cuivre et au plomb, qui peuvent exister dans la concession de l'Oued-Allelah. La concession de ces gîtes de minerai sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit aux concessionnaires des mines de l'Oued-Allelah, soit à une autre personne. Les cahiers des charges des deux concessions régleront, dans ce dernier cas, les rapports des deux concessionnaires entre eux pour la conservation de leurs droits mutuels et pour la bonne exploitation des deux substances.

Art. 4.
Art. 5.
Art. 6.
(*Comme les articles correspondants de l'arrêté relatif à la concession du* CAP TENÈS.)

Art. 7. En exécution de l'article 46 de la loi du 21 avril 1810, toutes les questions d'indemnités à payer par les concessionnaires, qui s'élèveraient à raison de recherches ou travaux antérieurs au présent arrêté, seront décidées par le conseil de préfecture.

Art. 8.
Art. 9.
Art. 10.
Art. 11.
Art. 12.
Art. 13. (*Comme les articles correspondants de l'arrêté relatif à la concession du* CAP TENÈS.)
Art. 14.
Art. 15.
Art. 16.
Art. 17.
Art. 18.
Art. 19.

***Cahier des charges de la concession des mines de fer, de cuivre et de plomb de l'*OUED-ALLELAH.**

(***Comme le cahier des charges rapporté ci-dessus, de la concession du*** **CAP TENÈS.**)

Mines de fer, cuivre, plomb et autres métaux de l'Oued-Taffilès.

Arrêté du Président de la République, en date du 14 *mai* 1849, *qui concède pour* 99 *ans, sous le nom de concession de l'*OUED-TAFFILÈS, *à MM.* Adolphe et Albert LAUGIER, *des mines de fer exploitables tant par travaux souterrains qu'à ciel ouvert, et des mines de cuivre, de plomb et autres métaux compris dans les mêmes gîtes, au sud de* TENÈS en Algérie.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de l'Oued-Taffilès*, est limitée, conformément au plan annexé au présent arrêté, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, par la rive gauche de l'Oued-Taffilès à partir de son embouchure, point A, jusqu'à sa bifurcation, point B; puis par la rive gauche de l'Oued-Risselan BCD, jusqu'au col, point D, qui sépare le bassin de Tenès de celui de la baie de Tarraguia ;

A l'Est, par une ligne brisée DEF, qui joint les principaux mamelons de la ligne de faîte qui sépare les bassins de la baie de Tenès et de la baie de Tarraguia ;

Au Sud, par la ligne FJ'N'G, allant du point F aux signaux J' et N', et rejoignant à l'ancienne Zemalah, point G, le ravin qui vient se jeter dans l'Oued-Allelah près du vieux Tenès, au point I;

A l'Ouest, par la rive droite de l'Oued-Allelah, depuis le point I jusqu'à l'embouchure de l'Oued-Taffilès, point de départ A;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 12 kilomètres carrés, 49 hectares, 43 ares, 90 centiares.

Art. 3. Il n'est rien préjugé sur l'exploitation des gîtes de tout minerai étranger au fer, au cuivre et au plomb, qui peuvent exister dans l'étendue de la concession de l'Oued-Taffilès. La concession de ces gîtes de minerai sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit aux concessionnaires des mines de l'Oued-Taffilès, soit à une autre personne. Les cahiers des charges des deux concessions régleront, dans ce dernier cas, les rapports des deux concessionnaires entre eux, pour la conservation de leurs droits mutuels et pour la bonne exploitation des deux substances.

Art. 4.
Art. 5. } (*Comme les articles correspondants de l'arrêté relatif à la concession du* CAP TENÈS.)
Art. 6.

Art. 7. Conformément à l'estimation portée dans le rapport de l'ingénieur des mines, du 20 juillet 1846, ci-dessus visé, à laquelle ont adhéré par lettres des 20 et 21 février 1847, MM. Laugier fils, concessionnaires de l'Oued-Taffilès, et MM. Leroy et Larrieu, concessionnaires, par arrêté de ce jour, des mines du cap Tenès, les indemnités pour travaux entrepris tant par MM. Larrieu et Leroy dans le périmètre de la concession de l'Oued-Taffilès, que par MM. Laugier fils dans celui du cap Tenès, sont réglées, toutes compensations établies, à la somme de trois mille six cents francs, qui sera payée à MM. Laugier fils par MM. Leroy et Larrieu.

Les questions d'indemnités à payer par MM. Laugier fils, qui s'élèveraient à raison des travaux faits antérieurement au présent arrêté par des personnes autres que MM. Larrieu et Leroy, seront décidées par le conseil de préfecture, en exécution de l'article 46 la loi du 21 avril 1810.

CARRÉ, Jean-François ETIENNE, Pierre-Nicolas BEAUFILS, Antoine HUSSON et Etienne MATER, *qui ont donné leur consentement.*

(Extrait.)

Art. 11. La permission présentement accordée cessera d'avoir son effet à l'expiration des baux consentis en faveur des permissionnaires par les propriétaires des terrains sur lesquels ont été établis les lavoirs dont il s'agit, ou à l'expiration du renouvellement de ces baux, à moins que les permissionnaires n'aient été autorisés à continuer d'occuper lesdits terrains, en vertu de l'article 80 de la loi du 21 avril 1810.

Lavoir à bras, à Saint-Juvin.

Arrêté du Président de la République, en date du 14 *mai* 1849, *qui autorise les sieurs* DUPONT *et* DREYFUS *à maintenir en activité un lavoir à bras pour la préparation du minerai de fer, établi sur le ruisseau de* CARRIN, *dans un terrain qui leur appartient et qui est situé au lieu dit* SUZON, *commune de* SAINT-JUVIN (Ardennes).

Minières de fer du département de la Côte-d'Or.

Rapport à M. le Ministre des travaux publics.

Paris, le 25 mai 1849.

Monsieur le Ministre,

Le département de la Côte-d'Or renferme en abondance du minerai de fer qui alimente un grand nombre d'usines. On y compte soixante-deux minières occupant environ 600 ouvriers.

Les ingénieurs des mines et le Préfet ont proposé d'appliquer à ces exploitations le règlement en date du 22 avril 1844, relatif aux minières du Cher, dans lequel se trouvent formulées les principales conditions propres à garantir le bon aménagement des gîtes et à prévenir les accidents.

Seulement ils ont demandé qu'on laissât la faculté de dispenser de quelques-unes des obligations énoncées dans les sections 2 et 3 du titre II, concernant les travaux par puits et galeries et les cavages à bouches, lorsqu'il s'agirait d'un gîte de minerai en roche, offrant assez de solidité

Le conseil-général des mines a fait observer qu'indépendamment de cette réserve, il pourrait aussi se présenter des cas où, d'après la nature des terrains, il conviendrait de changer les dimensions que le règlement a prescrit de donner aux banquettes dans les exploitations à ciel ouvert, et celles des galeries et piliers dans les exploitations souterraines. Il a en conséquence été d'avis de conférer au Préfet, comme cela a eu lieu dans les circonstances semblables, le droit, quand il délivrerait des permissions, de déterminer, selon chaque espèce, ces dimensions, sur le rapport des ingénieurs, ainsi que les conditions spéciales que la disposition particulière de certains gisements rendrait nécessaires.

Quelques autres articles ont, en outre, été ajoutés, comme dans le dernier règlement relatif aux minières du département du Pas-de-Calais (1). L'un de ces articles exige qu'il soit joint à chaque déclaration d'exploitation un plan de surface, en double ou triple expédition, suivant qu'il sera question de travaux à opérer dans des terrains ordinaires ou dans des forêts appartenant à l'Etat, à des établissements publics ou à des communes. Les deux autres articles additionnels, également empruntés au règlement du Pas-de-Calais, ont pour objet d'empêcher que des ateliers de lavage ne puissent être établis, d'une manière préjudiciable à la salubrité publique, dans les excavations où les eaux pluviales se trouvent réunies, et de pourvoir à ce qu'il soit tenu des indications exactes de chaque minière épuisée et abandonnée, de telle sorte que l'on ne se trouve point exposé, par la suite; à reprendre inutilement des fouilles dans des terrains qui ne contiendraient plus de minerai.

J'ai l'honneur de vous soumettre, monsieur le Ministre, l'arrêté portant règlement pour les minières de fer de la Côte-d'Or, et qui, sauf les modifications ci-dessus indiquées, reproduit d'ailleurs les dispositions de celui du 22 avril 1844.

Veuillez agréer, etc.

Le chef de la division des mines,
Signé SALOMON.

---

(1) Voir *suprà*, page 603.

Arrêté du ministre des travaux publics, en date du 26 mai 1849, relatif à l'exploitation des minières de fer du département de la Côte-d'Or.

Le Ministre des travaux publics,

Vu les propositions des ingénieurs des mines et du préfet du département de la Côte-d'Or pour régulariser l'exploitation des minières de fer de ce département ;

Vu les articles 57 et 58 de la loi du 21 avril 1810, ainsi conçus :

« *Art.* 57. L'exploitation des minières est assujettie à des règles spéciales.

« Elle ne peut avoir lieu sans permission ;

« *Art.* 58. La permission détermine les limites de l'exploitation et les règles sous les rapports de sûreté et de salubrité publiques. »

Vu la section II du titre VII de la même loi, relative à la propriété et à l'exploitation des minerais de fer d'alluvion ;

Les dispositions du titre X de ladite loi ;

Les décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813 ;

La loi du 14 décembre 1789 ;

Celle des 16-24 août 1790 ;

La loi du 29 floréal an X et les décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811 ;

La loi du 12 juillet 1837 ;

Vu l'avis du conseil général des mines, du 2 mars 1849 ;

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. Dans toute l'étendue du département de la Côte-d'Or, l'exploitation des minières de fer, opérée soit à ciel ouvert, soit par puits, soit par cavage à bouche, est soumise aux mesures de sûreté et de salubrité qui sont prescrites ci-après.

TITRE PREMIER.

DES DÉCLARATIONS, DES DEMANDES EN PERMISSION ET DES ACTES PORTANT PERMISSION D'EXPLOITER.

Art. 2. Toute personne ayant droit ou qualité, qui voudra commencer ou continuer l'exploitation d'une minière, sera tenue d'en faire la déclaration ou d'en demander la permission au préfet.

Art. 3. La déclaration ou demande en permission énoncera d'une manière précise :

Les nom, prénoms et demeure du déclarant ;

La situation et les limites du terrain contenant la minière qu'il veut exploiter ;

Le mode d'exploitation qu'il se propose de suivre ;

Enfin la nature des droits, soit de propriété, soit de jouissance, qu'il peut avoir sur ladite minière, ou les motifs qui peuvent lui faire accorder par l'administration la permission d'exploiter au lieu et place du propriétaire.

Il devra y être joint un plan du terrain, en double expédition, dressé à l'échelle de 2 millimètres pour 5 mètres ($\frac{1}{2500}$), avec indication des tenants et aboutissants. L'une de ces expéditions sera déposée à la préfecture, et l'autre dans le bureau de l'ingénieur des mines.

Art. 4. Si le déclarant est propriétaire de la minière, ou s'il est au droit de ce propriétaire, acte de sa déclaration lui sera donné par le préfet, conformément à l'article 59 de la loi du 21 avril 1810, et cet acte vaudra pour lui permission.

Art. 5. Si le déclarant est maître de forges et demande, en vertu des articles 60 et suivants de la susdite loi, à exploiter des minerais au lieu et place du propriétaire qui refuserait de les exploiter lui-même, ou qui n'en exploiterait pas en quantité suffisante, il devra justifier qu'il a notifié sa demande au propriétaire par acte extrajudiciaire, et qu'il s'est écoulé un délai d'un mois depuis cette notification, sans que celui-ci ait déclaré qu'il entendait exploiter lui-même.

Le préfet, après avoir entendu le propriétaire, ou après l'avoir mis en demeure de se faire entendre, statuera sur la demande ainsi qu'il appartiendra.

Art. 6. Les actes portant permission ne seront délivrés par le préfet, en conformité des articles 4 et 5 ci-dessus, qu'après que l'ingénieur des mines du département aura été entendu.

Ces actes détermineront les limites de l'exploitation, les conditions principales du mode à suivre pour cette exploitation, d'après les règles générales qui seront établies au titre II.

S'il s'agit d'extractions de minerais à opérer dans les forêts de l'Etat ou dans des bois appartenant à des communes ou à des établissements publics, on observera les

formalités prescrites en l'article 67 de la loi du 21 avril 1810.

Dans ce dernier cas, il devra être fourni par le demandeur une troisième expédition du plan exigé en l'article 3 ci-dessus, pour être remise à l'administration des forêts.

Art. 7. Les dispositions prescrites par les articles 2, 3, 5 et 6 du présent règlement, sont applicables aux permissions qu'il pourrait y avoir lieu de délivrer à plusieurs maîtres de forges, en exécution de l'article 64 de ladite loi, pour exploiter concurremment dans un même fonds.

TITRE II.

RÈGLES GÉNÉRALES DE L'EXPLOITATION.

SECTION I. — *De l'exploitation à ciel ouvert.*

Art. 8. L'exploitation à ciel ouvert sera commencée, autant que faire se pourra, par la partie la plus basse du gîte, et continuée de proche en proche jusqu'aux limites de la minière.

Art. 9. Le gîte de minerai et les terres ou autres matières qui le recouvrent seront coupés en retraite par banquettes successives, d'une hauteur telle relativement à leur largeur, que les parois soient stables. L'exploitant sera tenu de se conformer aux instructions qui lui seront données à cet égard par l'ingénieur des mines. Ces instructions seront visées par le préfet.

Les parois des banquettes ne devront jamais présenter de surplomb.

Art. 10. Les vides résultant de l'exploitation seront remblayés, au fur et à mesure de son avancement, avec les déblais qu'elle fournira, et le remblai sera régalé autant que possible.

Art. 11. Un fossé de 50 centimètres de profondeur et de 50 centimètres de largeur à la partie inférieure sera ouvert, s'il y a lieu, au pourtour de l'exploitation, et devra l'enceindre sans autres lacunes que celles qui seront déterminées par les chemins de service.

Le déblai provenant de ce fossé sera disposé en forme de berge sur celui de ses bords qui se trouvera du côté des travaux.

Le fossé pourra être remplacé par une haie ou par une barrière solidement établie.

SECTION II. — *De l'exploitation par puits et galeries.*

Art. 12. L'exploitation par puits et galeries sera faite à l'aide de deux puits au moins communiquant entre eux par des galeries pratiquées dans le gîte.

Ces puits seront solidement boisés ou muraillés partout où cela sera reconnu nécessaire.

Les dimensions des massifs sur lesquels ils s'appuieront seront déterminées par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, d'après la nature et la cohésion du terrain. Ces massifs ne pourront être attaqués qu'à la fin de l'exploitation.

Art. 13. Autant que les circonstances locales le permettront, deux systèmes de galeries, les unes parallèles aux galeries de jonction des puits, les autres perpendiculaires à ces galeries, seront ouvertes dans le gîte et poussées jusqu'aux limites du champ d'exploitation.

La largeur de ces galeries ainsi que l'épaisseur des piliers qui devront être réservés entre elles, seront déterminées par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines. Lesdites galeries devront d'ailleurs être boisées, lorsque le gîte et la roche qui lui sert de toit ne présenteront point assez de solidité pour se soutenir par eux-mêmes.

Art. 14. Les piliers réservés dans le gîte seront ensuite exploités, en commençant par les piliers éloignés, et en revenant successivement vers le puits.

Art. 15. Les treuils servant à l'extraction des matières et à la circulation des ouvriers seront soutenus par des montants solidement fixés sur de larges semelles en bois.

Art. 16. Les puits seront environnés de barrières solidement établies. Ils seront comblés dès qu'ils seront devenus inutiles.

SECTION III. — *De l'exploitation par cavage à bouche.*

Art. 17. L'entrée de chaque exploitation par cavage à bouche sera protégée contre les éboulements du terrain supérieur, soit au moyen de banquettes établies en retraite, ainsi que cela est prescrit par l'article 9 pour les exploitations à ciel ouvert, soit par toute autre disposition reconnue convenable.

Art. 18. Un fossé disposé selon ce qui est prescrit par l'article 11 sera creusé, s'il y a lieu, à 3 mètres au delà de l'excavation ou de la dépression où se trouvera l'entrée de l'exploitation.

Ce fossé pourra être remplacé par une haie ou par une barrière solidement établie.

Art. 19. On pénétrera dans le gîte au moyen d'une galerie d'un mètre de largeur au plus, laquelle sera perpendiculaire, près de son orifice, au plan de la bouche de cavage, et sera poussée jusqu'à la limite opposée du champ des travaux. Ensuite l'exploitation sera préparée et conduite selon les règles prescrites par les art. 13 et 14.

Lorsque la nécessité en sera reconnue, la galerie principale sera mise en communication, soit avec un puits, soit avec une autre galerie débouchant au jour.

Section IV. — *Dispositions communes à toutes les exploitations.*

Art. 20. L'exploitation, de quelque manière qu'elle soit opérée, ne pourra, sans une autorisation spéciale du préfet, être poussée, dans le voisinage des chemins publics et des habitations, à une distance moindre de 10 mètres de ces chemins et de ces habitations.

Art. 21. Quand il s'agira d'une exploitation à ciel ouvert, cette distance fixe de 10 mètres sera augmentée d'une distance égale à la profondeur de la tranchée. Toutefois, cette distance pourra, s'il y a lieu, être déterminée en vertu d'un arrêté du préfet, pris sur le rapport des ingénieurs des mines.

Art. 22. L'autorisation d'exploiter dans la zone à réserver, en vertu des deux articles précédents, ne sera donnée, s'il y a lieu, par le préfet, qu'après avoir entendu l'ingénieur des mines du département.

Quand l'exploitation devra s'approcher d'une route nationale ou d'une route départementale, les ingénieurs des ponts-et-chaussées seront entendus.

Art. 23. Dans le cas où les eaux pluviales qui se réunissent dans les excavations abandonnées ne s'infiltreraient pas dans le sol, et où il serait reconnu que cet état de choses est contraire à la salubrité publique, les propriétaires des minières ou les permissionnaires pourront être tenus soit de remblayer ces excavations en tout ou

en partie, soit de faire des rigoles pour l'écoulement des eaux, soit de percer des trous de sonde ou des puisards jusqu'au terrain perméable, de manière à les absorber.

Il ne pourra être fait usage de ces eaux pour le lavage des minerais, qu'autant que l'établissement des ateliers de lavage aura été autorisé suivant les lois et règlements, à moins qu'il ne s'agisse de lavoirs portatifs.

Art. 24. Si, à raison des circonstances particulières de gisement de certains minerais de fer, il était reconnu qu'il y a lieu de modifier, par la suppression de quelques dispositions du règlement ou par l'addition de quelques conditions nouvelles, les règles relatives à l'exploitation, le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines et, au besoin, après avoir entendu l'exploitant, y apportera telles modifications qui seront jugées nécessaires.

Art. 25. Avant qu'une fouille soit abandonnée, l'ingénieur des mines, ou à son défaut le garde-mines, tracera sur le plan la forme et les limites de la partie de la minière dont l'exploitation est terminée.

TITRE III.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES MINIÈRES.

Art. 26. La surveillance sur l'exploitation des minières est exercée, sous l'autorité du préfet, par les ingénieurs des mines, ou, en l'absence de ces ingénieurs, par le garde-mines placé sous leurs ordres, et concurremment par les maires et autres officiers municipaux, chacun dans l'ordre de ses attributions et conformément à ce qui est prescrit par le décret organique du 18 novembre 1810 (articles 15, 18, 29 et 30), par le décret sur la police souterraine du 3 janvier 1813 (articles 13, 14, 18, 19, 21 et 23), par la loi du 14 décembre 1789 (article 50), par celle des 16-24 août 1790 (titre XI, articles 1 et 3), et par celle du 12 juillet 1837 (articles 9 et 10, paragraphes 1, 11, 14 et 15).

Art. 27. Conformément aux articles 12 et 13 du décret précité du 3 janvier 1813, les propriétaires ou exploitants des minières seront tenus de donner immédiatement connaissance au maire de la commune et à l'ingénieur des mines du département, ou, en cas d'absence de cet ingénieur, au garde-mines, de tous accidents qui auraient

occasionné la mort ou des blessures graves à un ou plusieurs ouvriers, ou qui compromettraient la sûreté de leurs travaux ou des propriétés de la surface.

Art. 28. Les ingénieurs des mines et le garde-mines veilleront à ce que toutes les mesures prescrites dans l'intérêt de la sûreté et de la salubrité publiques soient rigoureusement exécutées. Au besoin, ils laisseront aux exploitants des minières des instructions écrites, lesquelles, en cas d'accidents, seront rappelées dans leurs procès-verbaux pour valoir ce que de droit.

Art. 29. Lorsqu'une exploitation présentera une cause imminente de danger, elle pourra être interdite administrativement, conformément aux articles 3, 4 et 5 du décret du 3 janvier 1813.

Le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, prescrira les mesures qui devront être observées lors de la reprise des travaux.

TITRE IV.

RÉPRESSION ET POURSUITE DES CONTRAVENTIONS.

Art. 30. Les contraventions aux dispositions du présent règlement qui auraient ou pourraient avoir pour effet de porter atteinte à la solidité des routes nationales ou départementales seront constatées, réprimées et poursuivies par voie administrative, conformément à la loi du 29 floréal an X, et aux décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Art. 31. Les procès-verbaux constatant ces contraventions seront rédigés par les ingénieurs des mines, ou, à leur défaut, par le garde-mines, et concurremment par les maires et autres fonctionnaires publics désignés en l'article 2 de la loi précitée du 29 floréal an X.

Art. 32. Ces procès-verbaux, dûment affirmés dans le délai de vingt-quatre heures devant les maires ou adjoints des communes dans lesquelles les contraventions auront été commises, visés pour timbre et enregistrés en débet, seront transmis immédiatement au sous-préfet, lequel ordonnera par provision, et sauf recours au préfet, ce que de droit.

Il sera statué définitivement par le conseil de préfecture.

Art. 33. Toutes les autres contraventions aux disposi-

tions du présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police.

Les procès-verbaux seront dressés par les ingénieurs des mines, ou, à leur défaut, par le garde-mines, et concurremment par les maires ou par tous autres officiers de police judiciaire, selon ce qui est prescrit par l'article 93 de la loi du 21 avril 1810, et par les articles 10 et 31 du décret du 3 janvier 1813, et par les articles 11 à 21 du Code d'instruction criminelle.

Ces procès-verbaux seront affirmés dans le délai spécifié en l'article 32, visés pour timbre et enregistrés en débet.

L'affirmation sera reçue soit par le juge de paix du canton, soit par un de ses suppléants, soit par le maire ou par l'adjoint de la commune où la contravention aura été commise, le tout conformément aux règles établies par l'article 11 de la loi du 28 floréal an X sur les justices de paix.

Art. 34. Il sera adressé au préfet des copies desdits procès-verbaux. Les originaux seront transmis au procureur de la République, chargé, par l'article 95 de la loi du 21 avril 1810, de poursuivre les contrevenants devant le tribunal de police correctionnelle, pour l'application des amendes et autres peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts des parties.

Signé T. LACROSSE.

---

*Décret du Président de la République, en date du 29 mai 1849, qui autorise le sieur et la dame d'*Osmond *à maintenir en activité l'usine à fer de* Bigny *qu'ils possèdent sur une dérivation du* Cher, *dans la commune de* Vallenay (Cher).

Usine à fer de Bigny, à Vallenay.

Cette usine est et demeure composée :

1° D'un lavoir pour le relavage du minerai de fer ;
2° D'un haut-fourneau au charbon de bois ;
3° De quatre feux d'affinerie au charbon de bois ;
4° De cinq fours à réchauffer ;
5° Des trains de cylindres, laminoirs et autres machines

de compression et d'étirage nécessaires au roulement de l'établissement;

6° Enfin d'une tréfilerie renfermant 38 bobines.

Usine à cuivre de Courtiaux, à Saint-Léonard.

Arrêté du Président de la République, en date du 29 mai 1849, qui autorise le sieur Jean-Baptiste Veyrier-Montagnières *à maintenir en activité l'usine à cuivre dite de* Courtiaux, *qu'il possède sur le ruisseau du* Tard, *dans la commune de* Saint-Léonard (Haute-Vienne).

Cette usine est et demeure composée :

1° D'un foyer de raffinage;

2° D'un foyer de réchauffage;

3° Des machines soufflantes et des appareils de compression ou autres nécessaires à la fonte, au raffinage et à l'étirage du cuivre, ainsi qu'à la fabrication des chaudrons.

Patouillet, à Touligny.

Arrêté du Président de la République, en date du 29 mai 1849, qui autorise le sieur Nonnon-Mahin *à maintenir en activité un patouillet pour la préparation du minerai de fer, sur la tête d'eau du moulin dit* de la Basse-Touligny, *qu'il possède sur la rivière de* Vence, *dans la commune de* Touligny (Ardennes).

Mines de fer et de cuivre de Mouzaïa.

Décret du Président de la République, en date du 20 juin 1849, qui autorise les propriétaires des mines de cuivre et de fer de Mouzaïa en Algérie, *à exporter à l'étranger, par exception temporaire aux dispositions de l'ordonnance de concession desdites mines*, 2.000 *tonnes de minerai de cuivre provenant de leur exploitation.*

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre de la guerre,

Vu l'arrêté ministériel du 22 septembre 1844 et l'ordonnance du 3 novembre 1846, instituant la concession des mines de cuivre et de fer de Mouzaïa (département d'Alger);

La demande formée le 27 septembre 1848, par les gérants de la compagnie propriétaire desdites mines, tendant à obtenir l'autorisation d'exporter à l'étranger, par dérogation temporaire à l'article 4 de ladite ordonnance du 3 novembre 1846, six mille tonnes de minerai de cuivre provenant de leur exploitation;

Les diverses lettres et le mémoire à l'appui de cette demande, adressés aux départements de la guerre et des travaux publics par la compagnie des mines de Mouzaïa, les 13 et 30 mars, et 19 mai 1849;

Les avis du conseil général des mines, en date des 27 avril et 25 mai 1849;

La lettre du ministre des travaux publics, du 31 dudit mois de mai;

Considérant qu'il importe dans l'intérêt de l'exploitation et aussi des ouvriers qui y sont employés, de procurer temporairement à la compagnie de Mouzaïa les moyens de soutenir et de développer son entreprise, mais qu'il convient de se borner, quant à présent, à ce que les circonstances semblent rigoureusement exiger,

Décrète :

Art. 1er. Par exception temporaire aux dispositions de l'article 4 de l'ordonnance ci-dessus visée, du 3 novembre 1846, les propriétaires des mines de cuivre et de fer de Mouzaïa en Algérie, sont autorisés à exporter à l'étranger jusqu'à concurrence de 2.000 tonnes de minerai de cuivre provenant de leur exploitation.

Art. 2. La durée de la présente autorisation est limitée à une année à partir de la notification qui en aura été faite à la compagnie des mines de Mouzaïa.

Art. 3. Cette compagnie sera tenue d'employer les premiers fonds provenant de la vente du minerai exporté, à développer les travaux des mines de Mouzaïa, de manière à y rappeler le plus tôt possible le nombre d'ouvriers qu'elle y employait au commencement de 1848.

Art. 4. L'exportation ne pourra commencer qu'après que la compagnie aura fourni la preuve qu'elle a déjà, dans son usine de Caronte (département des Bouches-du-

Rhône), un approvisionnement de 1.100 tonnes de minerai.

Art. 5. Le traitement du minerai de Mouzaïa dans l'usine de Caronte ne devra pas être suspendu, et la compagnie devra, dès qu'elle aura des ressources disponibles, procéder aux travaux d'agrandissement de cette usine. Ces travaux d'agrandissement seront faits sous la surveillance de l'ingénieur des mines residant à Marseille, qui sera spécialement délégué à cet effet.

Art. 6. Indépendamment des redevances fixe et proportionnelle qu'elle doit à l'Etat conformément à l'ordonnance précitée, la compagnie des mines de Mouzaïa acquittera, à la sortie de l'Algérie, le droit de 10 centimes par 100 kilog. de minerai, porté au tarif général des douanes.

Art. 7. En cas d'inexécution des conditions ci-dessus énoncées, l'autorisation pourra être retirée.

Art. 8. Le ministre de la guerre est chargé de l'exécution du présent décret.

Mines de lignite du Mas de Carrière.

Décret du Président de la République, en date du 27 *juin* 1849, *qui accorde aux sieurs* Bazile-Louis-Auguste-Ferdinand Borrelly, Henri Jullien, André Jouvenel et Jean Turion, *la concession de mines de lignite situées dans la commune de* Pougnadoresse, *arrondissement d'*Uzès (Gard).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession du Mas de Carrière*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'Est, par une ligne droite allant du château de Pougnadoresse, point I du plan, à l'angle le plus à l'Est du Mas de Carrière, point K, cette ligne formant la limite occidentale de la concession du Pin ;

Au Nord, à partir du point K, par le chemin du Mas de Carrière à Saint-Laurent-la-Vernède, jusqu'au point G où il entre dans la commune de la Bastide-d'Engras ;

A l'Ouest, à partir dudit point G, par la limite de cette dernière commune avec celle de Pougnadoresse jusqu'à son intersection, en B, avec la rivière de Tave ;

Au Sud, par une ligne droite menée dudit point B au château de Pougnadoresse, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, vingt-neuf hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, aussi bien que ceux qui résultent pour les habitants de la commune de Pougnadoresse, soit de l'invention de la mine, soit d'anciennes extractions, sont purgés ainsi qu'il suit:

1° Les concessionnaires paieront à la commune de Pougnadoresse une rente annuelle de cinquante francs;

2° Ils paieront aux autres propriétaires du sol une rente annuelle de quinze centimes par hectare;

3° Ils livreront aux habitants de la commune le charbon nécessaire à leur chauffage particulier, au prix de soixante centimes par quintal métrique.

Ce chiffre, considéré comme celui du prix de revient actuel, pourra être revisé tous les cinq ans par le préfet, sur l'avis des ingénieurs des mines, les concessionnaires et le conseil municipal entendus.

En aucun cas, les habitants ne pourront vendre le charbon qui leur aura été délivré en vertu de la précédente disposition.

Décret du Président de la République, en date du 27 juin 1849, qui accorde aux sieurs Etienne Vallat *et* Augustin-François-Auguste Chantelot, *la concession de mines de lignite situées dans les communes de* Saint-Laurent-la-Vernède *et* la Bastide-d'Engras, *arrondissement d'*Uzès (Gard).

Mines de lignite de Massepas et Solan.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de Massepas et Solan*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir:

Du point A, où la rivière de Tave entre dans la commune de la Bastide-d'Engras, en suivant ladite rivière jusqu'au point B, où elle sort de ladite commune. De là, en suivant la limite Est de ladite commune et de celle de Pougnadoresse, jusqu'à son intersection C avec une ligne

droite menée du Mas de Carrière à Solan, suivant cette ligne droite jusqu'à Solan; de ce dernier point D, une autre ligne droite aboutissant à un point E de la limite Ouest du domaine de Massepas, distant de 120 mètres au Sud de la rivière de l'Audiole; de ce point, par une ligne droite tirée au point A, où la rivière de Tave entre dans la commune de la Bastide-d'Engras, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, trente-trois hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de quinze centimes par hectare pour tous les terrains compris dans la concession.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Mines de fer de Farinole et d'Olmeta.

Décret du Président de la République, en date du 27 juin 1849, qui accorde au sieur Philippe-Guillaume Regnacq, *la concession de mines de fer situées dans les communes de* Farinole *et d'*Olmeta, *arrondissement de* Bastia (Corse).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *Concession de Farinole et d'Olmeta*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir:

Au Nord, à partir de l'embouchure du Fiume di Negro dans la mer, point M du plan, par la rive gauche de cette rivière, en la remontant jusqu'au point N, où elle reçoit le Zolmi, autrement dit Zuccarello;

A l'Est, à partir du point N par le Zuccarello, en le remontant jusqu'à son origine au point P du plan; de ce point P par une ligne droite allant au sommet du Monte-Fasco, point Q; de là, par une ligne droite allant à Castellucci, point R;

Au Sud, à partir de Castellucci, par une ligne droite allant à Monte-Grosso, point O du plan, et de ce point

par une ligne droite allant à l'embouchure du Chiosonuovo dans la mer, point D;

A l'Ouest, à partir de cette embouchure par le rivage de la mer jusqu'à l'embouchure du Fiume di Negro, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de dix kilomètres carrés, soixante-quinze hectares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés :

1° A une rente annuelle de huit centimes par hectare pour tous les terrains compris dans la concession;

2° A une rétribution de vingt centimes par mètre cube de minerai extrait, prêt à être livré aux usines, ladite rétribution payable aux propriétaires sous les terrains desquels l'extraction aura lieu.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de fer de FARINOLE *et d'*OLMETA.

(Extrait.)

Art. 2. Le concessionnaire ouvrira immédiatement deux galeries de reconnaissance, en direction, l'une sur le gîte de Farinole, l'autre sur le plus important des gîtes d'Olmeta. Ces galeries seront ouvertes à un niveau inférieur de trente mètres au niveau des ouvertures des travaux aujourd'hui existants. Ces travaux supérieurs seront mis en communication avec les galeries nouvelles, au moyen de puits inclinés suivant la ligne de plus grande pente des gîtes.

L'emplacement, les dimensions et la direction précise des galeries et puits seront déterminés par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, qui surveillera d'une manière spéciale l'exécution de ces travaux.

Art. 19. Le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage, avec autorisation légale. Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est in-

diqué en l'article 65 de la loi du 21 avril 1810 pour les exploitations de minières de fer.

Art. 20. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

Art. 33. Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines qu'après avoir obtenu une permission à cet effet dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Usine à fer, commune de l'Isle-sur-le-Doubs.

Décret du Président de la République, en date du 27 juin 1849, qui autorise les sieurs JAPY *frères, propriétaires de l'usine à fer située sur le* DOUBS, *dans la commune de l'*ISLE-SUR-LE-DOUBS (Doubs), *à maintenir les feux et appareils qui ont été ajoutés à cette usine, savoir :* 1° *un foyer d'affinerie au charbon de bois, en remplacement d'un foyer de martinet autorisé par l'arrêté du Directoire exécutif du* 1er *août* 1799 (13 *thermidor an* VII); 2° *un four à réverbère chauffé à la houille ;* 3° *une paire de cylindres pour transformer le fer en verge de tirerie.*

L'usine se compose en conséquence :

1° De deux foyers d'affinerie au charbon de bois, chacun avec son four à chaleur perdue;

2° Un four à réverbère, marchant à la houille ;

3° Une tirerie et une tréfilerie;

4° Les machines soufflantes et les appareils de compression nécessaires à la fabrication et à l'étirage du fer.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

Adressées à MM. les Préfets, à MM. les Ingénieurs des mines, etc.

PREMIER SEMESTRE DE 1849.

M. , ingénieur des mines.

Compte rendu de MM. les ingénieurs des mines, pendant l'année 1848.

Paris, le 9 janvier 1849.

Monsieur, voici le moment où vous devez, conformément à la circulaire du 15 avril 1834, m'adresser le compte de vos travaux pendant l'année 1848.

Je vous invite à me faire cet envoi sans retard.

Je crois devoir rappeler ici qu'il est essentiel de suivre, pour la rédaction du travail dont il s'agit, l'ordre de matières établi dans les comptes rendus généraux imprimés, et d'adopter la même classification en chapitres et subdivisions de chapitres. Il faut aussi éviter avec soin de renvoyer, comme on l'a fait quelquefois pour certains objets, à des rapports, à des avis ou à d'autres documents que l'administration n'a pas toujours sous les yeux lors du travail d'ensemble dont elle a à s'occuper.

Je me réfère, du reste, aux précédentes instructions, et notamment à celles contenues dans la circulaire du 15 décembre 1843.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,
Signé BOULAGE.

Tournées de MM. les ingénieurs des mines, pendant l'année 1849.

M. *ingénieur* *des mines.*

Paris, le 10 janvier 1849.

Monsieur, je désire que MM. les ingénieurs des mines s'occupent immédiatement de la rédaction des projets de leurs tournées pendant la présente campagne, de manière que ces projets soient présentés au 20 janvier, suivant ce qui est recommandé par la circulaire du 20 décembre 1835.

On devra, pour les diverses indications à fournir, se conformer exactement aux instructions contenues dans la circulaire précitée et dans celle du 24 janvier 1834. Je me réfère également à cet égard aux instructions du 15 janvier 1847.

Les itinéraires de MM. les ingénieurs ordinaires me seront adressés par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre des travaux publics.

Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,

Signé BOULAGE.

Bateaux à vapeur — Chaudières à foyer et conduits de flamme intérieurs.

M. le Préfet d

Paris, le 16 janvier 1849.

Monsieur le Préfet, les ordonnances des 23 mai 1843 et 17 janvier 1846, relatives aux bateaux à vapeur qui naviguent sur les fleuves ou en mer, ont, de même que l'ordonnance du 22 mai 1843, concernant les appareils à vapeur qui fonctionnent sur terre, prescrit d'augmenter les épaisseurs de la tôle employée à la construction des chaudières, lorsqu'il s'agit de conduits intérieurs servant, soit de foyer, soit à la circulation de la flamme.

La circulaire du 17 décembre 1848 a fait connaître que, pour les chaudières à foyer et conduits de flamme

intérieurs des établissements industriels, la tôle des tuyaux pressés extérieurement par la vapeur devait avoir une épaisseur au moins égale à une fois et demie celle qui résulte de la table et de la formule d'après lesquelles sont réglées les épaisseurs des chaudières cylindriques ordinaires, sauf le cas où ces tuyaux auraient un diamètre inférieur à un décimètre.

Il est indispensable que la même disposition soit appliquée aux chaudières tubulaires des bateaux à vapeur.

Déjà une précédente circulaire du 30 avril 1842, relative aux bateaux à vapeur, avait recommandé de donner aux tubes de ces chaudières une épaisseur moitié en sus de celle qui est déterminée par la table et la formule ci-dessus mentionnées. L'expérience a montré que l'on devait rendre obligatoire cette condition de sûreté, et il convient de veiller à ce que les constructeurs s'y conforment exactement.

Les tirants en fer par lesquels on relie quelquefois ces tubes aux cylindres-enveloppes ne sont pas sans inconvénients; dans plusieurs circonstances, ils ont percé la tôle qu'ils étaient destinés à consolider. Le meilleur mode d'armature à essayer serait l'emploi d'anneaux en fer forgé, concentriques au tuyau qu'il s'agit de renforcer.

Mais un moyen plus sûr et même plus commode est d'augmenter l'épaisseur de la tôle, en suivant, comme il est dit plus haut, la règle fixée par la circulaire du 17 décembre 1848.

En outre, les épreuves doivent être renouvelées au moins une fois par an. Ce renouvellement annuel des épreuves est exigé par les ordonnances pour toutes les chaudières installées sur les bateaux. C'est une précaution essentielle qui ne doit être négligée dans aucun cas.

Je vous prie, monsieur le préfet, de m'accuser réception de la présente circulaire, dont je vous transmets des ampliations pour les membres des commissions de surveillance instituées dans votre département, et que je communique directement à MM. les ingénieurs des mines et à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

Sels étrangers.

—

Changements apportés à leur tarification par la loi du 13 janvier 1840.

A M.

Paris, le 20 janvier 1840.

Je transmets avec la présente une nouvelle loi sur les sels du 13 de ce mois (1). Dans un but de protection pour le travail national, elle modifie en deux points essentiels, à partir du 1er février prochain, la tarification établie sur les sels étrangers par la loi du 28 décembre 1848 : d'une part, la quotité des droits est augmentée pour les importations effectuées par le littoral de l'Océan et de la Manche ; d'autre part, dans cette zone et sur la frontière de Belgique, une taxe particulière atteindra les sels raffinés *blancs*, *égrugés*, *pulvérisés et de la qualité dite de table.*

L'indication donnée par la loi elle-même des caractères distinctifs des sels sur lesquels cette dernière taxe doit porter préviendra, je pense, toute difficulté d'application. Si des doutes s'elevaient à cet égard, des échantillons seraient prélevés pour être soumis au comité d'expertise institué par l'article 19 de la loi du 27 juillet 1822 près le département du commerce et de l'agriculture. Au besoin, l'administration s'entendrait avec ce département pour que des types officiels fussent établis et déposés dans les bureaux d'entrée.

Sur le littoral de la Méditerranée, ainsi que dans la zone des frontières de terre comprise entre cette mer et le territoire belge, rien n'est changé aux droits fixés par la loi du 28 décembre Cette loi reste aussi en vigueur pour les sels de nos colonies et de l'Algérie. Les employés trouveront, au surplus, résumé dans le tableau ci-joint l'ensemble de la tarification des sels de toute provenance.

Je prie les directeurs de donner des ordres dans le sens de ces dispositions, qu'ils porteront à la connaissance du commerce.

Le Directeur de l'administration,

Signé Th. GRÉTERIN.

---

(1) Voir cette loi, *suprà*. page 561.

Tableau des modifications apportées au tarif d'entrée par la loi du 13 janvier 1849.

DÉNOMINATION DES MARCHANDISES.				CLASSE du TARIF.	UNITÉ sur laquelle portent les droits.	TITRES de PERCEPTION.	DROITS DE DOUANE. (la taxe spéciale de consommation non comprise.) par NAVIRES français.	DROITS DE DOUANE. (la taxe spéciale de consommation non comprise.) par NAVIRES étrangers et par terre.
Sel marin, de saline et sel gemme.	brut ou raffiné, autre que de la qualité dite *de table*.	par terre*,	par la frontière de Belgique.	Produits chimiques.	100 K. B.	28 déc. 1848.	——	f. c. 2 00
			par les autres frontières.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	——	0 50
		par mer. .	de l'Algérie*.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*	Exempts.	
			des colonies et des autres établissements français**	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*		——
			d'ailleurs*, par la Manche et l'Océan.	*Idem.*	*Idem.*	13 janv. 1849.	f. c. 1 75	2 25
			d'ailleurs*, par la Méditerranée. . . .	*Idem.*	*Idem.*	28 déc. 1848.	0 50	1 00
	raffiné blanc, égrugé, pulvérisé, et de la qualité dite *de table*.	par terre*,	par la frontière de Belgique.	*Idem.*	*Idem.*	13 janv. 1849.	——	2 75
			par les autres frontières.	*Idem.*	*Idem.*	28 déc. 1848.	——	0 50
		par mer. .	de l'Algérie*.	*Idem*	*Idem.*	*Idem.*	Exempts.	
			des colonies et des autres établissements français**.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*		——
			d'ailleurs*, par la Manche et l'Océan.	*Idem.*	*Idem.*	13 janv. 1849.	2 75	3 25
			d'ailleurs*, par la Méditerranée. . . .	*Idem.*	*Idem.*	28 déc. 1848.	0 50	1 00

Bateaux à vapeur qui naviguent sur mer.

—

Éclairage de nuit.

M. le Préfet d

Paris, le 16 février 1849.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous adresser l'instruction (1) publiée par le ministère de la marine relativement au nouveau système d'éclairage prescrit à bord des navires à vapeur.

Vous en trouverez ci-joint un exemplaire pour la commission chargée, dans votre département, de la surveillance de ces bateaux.

M. le ministre de la marine a, de son côté, envoyé des exemplaires de cette instruction aux préfets maritimes des cinq arrondissements, en les invitant à la faire remettre aux chambres de commerce, afin que les armateurs soient en mesure de se conformer à ce mode d'éclairage.

Je vous prie, monsieur le Préfet, de tenir la main à l'exécution, sur tous les navires à vapeur marchands, des prescriptions dont il s'agit. Je me réfère, à ce sujet, à la circulaire de mon prédécesseur, du 7 novembre 1848.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,
Signé T. LACROSSE.

Accidents arrivés en 1848 dans les exploitations minérales.

M. le Préfet d

Paris, le 21 février 1849.

Monsieur le Préfet, aux termes de la circulaire du 12 septembre 1839, MM. les ingénieurs des mines doivent fournir, chaque année, dans le courant de janvier, des états des accidents arrivés, pendant l'année précédente, dans les exploitations dont la surveillance leur est confiée.

Le moment est venu de s'occuper du travail relatif à l'année 1848.

---

(1) Voir cette instruction, 4e série, t. XIV, p. 626.

J'ai l'honneur de vous adresser deux imprimés pour servir à la rédaction du tableau de votre département. Je vous prie de les faire remplir et de me transmettre l'un des deux exemplaires le plus tôt possible avec vos observations et celles de M l'ingénieur en chef. Quant à l'autre exemplaire, il devra rester comme minute dans le bureau de l'ingénieur chargé du service ordinaire du département.

Je me réfère, du reste, aux instructions contenues dans la circulaire précitée du 12 septembre 1839 et dans celles des 20 janvier 1845 et 5 mars 1846.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,

Signé BOULAGE.

M. le Préfet d

Paris, le 22 février 1849.

Appareils à vapeur. — États statistiques de 1848.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre, en double exemplaire, les tableaux N° 1 et N° 2, destinés à réunir les documents statistiques relatifs aux appareils à vapeur employés en 1848 dans les établissements industriels.

Il conviendra d'y ajouter aussi les machines locomotives, s'il en existe dans votre département.

MM. les ingénieurs chargés de cette partie du service ont dû recueillir ces renseignements dans leurs tournées. Je vous prie de les inviter à remplir sans retard les tableaux dont il s'agit, et je vous serai obligé de me faire le renvoi de l'un des exemplaires ci-joints. L'autre exemplaire sera conservé pour minute.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,

Signé BOULAGE.

Machines locomotives employées sur les chemins de fer.

—

États statistiques de 1848.

M. le Préfet d

Paris, le 23 février 1849.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre, en double exemplaire, dont l'un sera conservé comme minute, les deux tableaux destinés à recevoir, pour l'année 1848, les documents statistiques relatifs aux machines locomotives employées sur les chemins de fer.

J'y joins deux autres tableaux pour les indications à fournir relativement aux machines à vapeur fixes qui existeraient aux stations, ou dans les ateliers des compagnies.

Je vous prie de me renvoyer, le plus tôt possible, les états qui auront été dressés relativement aux chemins de fer pour lesquels les attributions conférées aux préfets par les règlements ont été centralisées entre vos mains.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,

Signé BOULAGE.

Bateaux à vapeur qui naviguent sur mer.

—

États statistiques de 1848.

M. le Préfet d

Paris, le 24 février 1849.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, les tableaux N° 1 et N° 2, sur lesquels doivent être réunis, pour 1848, les renseignements statistiques relatifs aux bateaux à vapeur qui naviguent sur mer.

Je vous prie d'y faire consigner les indications concernant les bateaux à vapeur français qui ont leurs points de départ, de relâche ou d'arrivée dans l'un des ports maritimes de votre département.

L'un des exemplaires de ces tableaux sera conservé comme minute. Veuillez me renvoyer l'autre, le plus tôt

possible, avec les observations que vous jugeriez convenable d'y ajouter.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,
Signé BOULAGE.

M. le Préfet d

Bateaux à vapeur qui naviguent sur les fleuves ou rivières.
—
États statistiques de 1848.

Paris, le 25 février 1849.

Monsieur le Préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, dont un pour vous servir de minute, les tableaux N° 1 et N° 2, sur lesquels doivent être portées les documents statistiques relatifs aux bateaux à vapeur qui ont navigué, en 1848, sur les fleuves ou rivières.

Je vous prie d'inviter les commissaires de surveillance de votre département à remplir le plus tôt possible ce tableau, et je vous serai obligé de me faire le renvoi, avec vos observations, de l'un des exemplaires ci-joints.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,
Signé BOULAGE.

M. le Préfet d

Bateaux à vapeur qui naviguent sur mer.
—
Éclairage de nuit.

Paris, le 6 mars 1849.

Monsieur le Préfet, je vous ai transmis, le 16 février dernier, deux exemplaires, dont l'un pour la commission de surveillance instituée dans votre département, de l'instruction (1) publiée par le ministre de la marine, en

---

(1) Voir cette instruction, 4e série, t. XIV, p. 626.

ce qui concerne le système d'éclairage prescrit à bord des navires à vapeur.

Je vous adresse ci-joints de nouveaux exemplaires de cette même instruction, en vous priant de les faire remettre aux propriétaires des bateaux a vapeur de la marine marchande qui ont leur point d'armement dans l'un des ports du département.

Le ministère de la marine en a, de son côté, envoyé aux préfets maritimes, pour être distribués aux chambres de commerce.

Toute la publicité nécessaire se trouvera ainsi donnée aux nouvelles mesures prescrites.

Je ne puis que vous inviter, de nouveau, à en assurer l'exécution.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,
Signé T. LACROSSE.

Importation temporaire : 1° de l'iode brut destiné à être raffiné ou à être converti en iodure de potassium; 2° des plombs bruts destinés à être convertis en litharge ou en minium.

A M.

Paris, le 15 mars 1849.

Je transmets avec la présente l'ampliation de deux arrêtés rendus, le 5 de ce mois (1), par le Président de la République, en vertu de l'article 5 de la loi du 5 juillet 1836.

Le premier de ces arrêtés autorise l'importation temporaire en franchise, mais par les ports d'entrepôt seulement, de l'iode brut destiné à être raffiné ou à être converti en iodure de potassium, à charge de réexporter ces derniers produits ou de les mettre en entrepôt dans un un délai qui ne pourra excéder trois mois. L'article 2 fixe à dix pour cent le déchet de fabrication qui sera accordé pour l'iode raffiné et à 117 kilogrammes 440 grammes la quantité d'iodure de potassium qui devra être représentée pour 100 kilogrammes d'iode brut. Enfin une disposition de l'article 3 attribue à la douane de Paris, exclusivement à toute autre, la vérification de l'iode raffiné et de l'io-

(1) Voir ces arrêtés, *suprà*, pages 577 et 578.

dure de potassium qui seront présentés pour la réexportation ou pour l'entrepôt.

Le second des arrêtés susmentionnés concerne les plombs bruts destinés à être convertis en litharge ou en minium. Aux termes de l'article 1er, ces plombs pourront être admis en franchise lorsque l'importation en sera effectuée soit par terre, soit par mer, sous pavillon français ou sous le pavillon du pays de production, mais à charge, dans ce dernier cas, de justifier de l'origine par des certificats authentiques. L'article 2 impose à l'importateur l'obligation de réexporter ou de réintégrer en entrepôt, dans un délai de six mois au plus, 105 kilogrammes de litharge ou de minium pour 100 kilog. de plomb brut. Enfin, suivant ce qui est prescrit par l'article 3, les importations de plombs bruts, dans le cas prévu par l'arrêté, de même que les réexportations de litharge et de minium, ne seront permises que par les ports d'entrepôt réel ou par les bureaux de la frontière de terre ouverts au transit.

Aucune des dispositions que je viens de rappeler n'exige d'explications particulières. Mais il est expressément recommandé au service d'apporter une grande attention à la vérification des produits fabriqués présentés pour la réexportation, afin de s'assurer qu'ils n'ont été l'objet d'aucune sophistication ou qu'ils ne contiennent aucun mélange de substances étrangères.

Je n'ai rien à dire ici en ce qui touche les dérivés de l'iode, qui doivent être vérifiés exclusivement à la douane de Paris. Celle-ci recevra, au besoin, les instructions spéciales nécessaires pour être en mesure d'opérer utilement ces vérifications.

Quant à la litharge et au minium, le comité consultatif des arts et manufactures s'exprime ainsi dans un avis en date du 20 janvier dernier :

« Pour reconnaître la pureté des litharges, il suffit de » les traiter par de l'acide nitrique à 15°, en chauffant la » liqueur jusqu'à ébullition et en y ajoutant de l'eau dis- » tillée. Si la litharge est pure, elle se dissoudra complé- » tement. Dans le cas contraire, on jugera du plus ou » moins de pureté du produit d'après le poids et la nature » des résidus.

» Le même procédé s'applique aux miniums, quand » ceux-ci ont été préalablement chauffés au rouge et » transformés ainsi en protoxyde de plomb. »

D'ailleurs, en cas de doutes sur la pureté des produits présentés à la vérification, des échantillons seraient prélevés et adressés, dans la forme ordinaire, à l'administration pour être soumis au comité d'expertise institué près le département du commerce, en vertu de la loi du 22 juillet 1822.

J'invite les directeurs à donner, dans le sens des explications qui précèdent, des ordres pour l'exécution des deux arrêtés précités, et à en porter les dispositions à la connaissance du commerce.

Le directeur de l'administration des douanes.
Signé Th. GRÉTERIN.

Interdiction du travail le dimanche et les jours fériés, pour les ouvriers employés à la journée au compte de l'administration.

M.

Paris, le 20 mars 1849.

Monsieur, l'amélioration du sort des ouvriers est l'objet de la constante préoccupation du gouvernement de la République. Vous êtes en position d'apprécier les efforts de l'administration pour accroître, dans la limite des ressources financières, le développement des travaux publics et particuliers.

Mais, à côté du travail qui fait vivre, je placerai toujours l'amélioration de la condition morale, la satisfaction des besoins de l'intelligence, qui élèvent et fortifient chez tous le sentiment de la dignité personnelle, et la facilité laissée à l'ouvrier d'exercer librement les devoirs de la religion et de la famille.

Le repos du dimanche est donc nécessaire à l'ouvrier; il faut qu'il soit respecté au double point de vue de la moralité et de l'hygiène. L'exemple, à cet égard, doit être donné par les administrations publiques, dans les limites que leur imposent des exigences légitimes et la liberté à laquelle le gouvernement entend ne porter aucune atteinte.

En conséquence, j'ai décidé, monsieur, qu'à l'avenir aucun travail n'aura lieu, dans les ateliers dépendant des travaux publics, le dimanche et les jours fériés, pour les ouvriers employés *à la journée* au compte du gouvernement. Dans le cas où des circonstances exceptionnelles justifieraient une dérogation à cette règle, vous devrez

réclamer les autorisations nécessaires assez à temps pour que l'autorité compétente en puisse apprécier l'opportunité.

Je vous invite, en faisant connaître ma décision à cet égard aux agents placés sous vos ordres, à prendre les mesures nécessaires pour en assurer l'exécution.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

M. le Préfet d

Prix de vente des combustibles minéraux.

—

Mercuriales trimestrielles.

Paris, le 31 mars 1849.

Monsieur le préfet, aux termes de la circulaire du 29 mai 1846, vous avez à transmettre au ministère des travaux publics, pour chaque trimestre, les tableaux des prix de vente, sur le carreau des exploitations, des combustibles minéraux de votre département. J'ai pensé que cette mesure qui avait d'abord été généralisée, pouvait, quant à présent, être restreinte aux mines de certains bassins. Il suffira, relativement aux exploitations de votre département, qu'elle soit appliquée aux mines du bassin houiller d. . . . .(1).

Je joins ici à cet effet les imprimés qui sont nécessaires

---

(1) Voici la désignation des bassins houillers pour lesquels la circulaire du 29 mai 1846 reste applicable :

Bassin de Commentry, Doyet et Bezenet, dépt. de l'Allier

—	Alais,	—	Ardèche—Gard.
—	Aubin,	—	Aveyron.
—	Saint-Étienne et Rive-de-Gier,	—	Loire.
—	Brassac,	—	Hte-Loire—Puy-de-Dôme.
—	Decize,	—	Nièvre.
—	Valenciennes,	—	Nord.
—	Épinal, Creuzot et Blanzy.	—	Saône-et-Loire.

pour remplir l'objet de la présente lettre pendant l'année actuelle.

Je vous invite à m'adresser exactement les tableaux trimestriels dont il s'agit.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,

Signé BOULAGE.

Instructions pour l'assiette de la redevance proportionnelle sur les mines.

M. le Préfet d

Paris, le 12 avril 1849.

Monsieur le préfet, quelques-unes des règles posées dans la circulaire du directeur général des mines, du 26 mai 1812, pour l'assiette de la redevance proportionnelle à percevoir sur les mines, en exécution de la loi du 21 avril 1810 et du décret du 6 mai 1811, ont donné lieu, dès l'origine de leur application, à des observations justement fondées; et l'on a fini presque généralement par porter en déduction de la valeur du produit brut, pour la fixation du revenu net imposable à la redevance, divers articles de dépenses dont cette circulaire prescrivait formellement le rejet.

L'administration des mines a reconnu depuis longtemps la nécessité de reviser, à cet égard, la circulaire de 1812, et de consacrer, par une instruction nouvelle, les principes passés en usage, principes qui sont conformes à l'esprit de la loi et du décret précités, et basés sur une appréciation équitable des intérêts du trésor et de ceux de l'industrie minérale. Cette question importante a été l'objet de discussions approfondies entre le ministère des travaux publics et celui des finances, et c'est d'accord avec ce dernier que je vous adresse la présente circulaire.

Voici les règles qui permettront, à l'avenir, d'asseoir la redevance proportionnelle régulièrement et d'une manière uniforme, dans tous les départements.

La valeur du produit brut doit être déterminée, soit

d'après le prix de vente de la substance minérale sur le carreau de la mine, soit d'après l'estimation qui en est faite, eu égard à divers renseignements comparatifs, lorsque la substance minérale n'est pas vendue, ainsi que cela a lieu dans un grand nombre de localités, pour les minerais de plomb, de cuivre et de fer, qui sont soumis au traitement métallurgique par les exploitants eux-mêmes.

On ne doit défalquer de la valeur du produit brut, pour la fixation du revenu net imposable, que les dépenses relatives à l'exploitation proprement dite Chacune d'elles doit être évaluée suivant son coût réel, c'est-à-dire suivant le chiffre auquel elle s'élève sur l'établissement.

Les dépenses à admettre, et seulement pour l'année où elles ont été faites, sont les suivantes :

A. Salaires d'ouvriers;

B. Achat et entretien de chevaux servant à l'exploitation;

C. Entretien de tous les travaux souterrains de la mine, puits, galeries et autres ouvrages d'art;

D. Mise en action et entretien de moteurs, machines et appareils (machines d'extraction, appareils pour la descente et la remonte des ouvriers, machines d'épuisement, appareils d'aérage);

E. Entretien de bâtiments d'exploitation;

F. Entretien et renouvellement de l'outillage proprement dit;

G. Entretien des voies de communication (routes, chemins de fer, etc.), soit entre les différents centres d'exploitation de la mine, soit entre les centres d'exploitation et les lieux où s'opère la vente des produits, lorsque ces voies de communication font partie intégrante de la mine;

H. Premier établissement de puits, galeries et autres ouvrages d'art;

I. Premier établissement de machines, appareils et moteurs;

K. Premier établissement de bâtiments d'exploitation;

L. Premier établissement des voies de communication dont il est question à l'article G ci-dessus;

M. Frais de bureau qui ont lieu au siége de l'exploitation, mais en les réduisant à ceux qui sont strictement nécessaires pour la marche de l'entreprise.

Seront rejetées toutes dépenses autres que celles qui

viennent d'être indiquées, et notamment les intérêts d'emprunts, d'actions, de mises de fonds ou de capitaux quelconques engagés dans l'entreprise.

Relativement aux mines de combustible, on devra indiquer les diverses sortes et qualités du combustible extrait, ainsi que leurs prix.

Il en sera de même pour les mines métalliques, lorsque l'extraction produira des minerais de diverses sortes.

La redevance proportionnelle de ces dernières mines se règle d'après la valeur des minerais extraits, et non d'après celle des produits de leur élaboration. La valeur à assigner à ces minerais, lorsqu'ils ne sont pas l'objet d'un commerce, dépend d'ailleurs de la valeur des produits marchands qui en sont retirés, et l'on ne saurait admettre des calculs desquels il résulterait que l'exploitant perd sur l'extraction des minerais et gagne sur leur élaboration.

Pour toutes les mines, l'imposition de la redevance proportionnelle continuera d'avoir lieu d'après les résultats de l'exploitation pendant l'année précédente. On ne tiendra ainsi compte que de faits accomplis et non d'éventualités, ce qui permettra d'établir l'impôt d'une manière équitable.

Toutefois, pour la première année de l'exploitation, l'imposition sera réglée d'après le revenu net présumé de cette même année, sans avoir égard aux dépenses faites avant l'institution de la concession.

De même si une mine dont l'exploitation était suspendue vient à être exploitée de nouveau, l'imposition aura lieu d'après le revenu net présumé de l'année de la reprise des travaux.

Les dépenses de premier établissement (articles H à L) seront précomptées en totalité pour l'année dans laquelle elles auront été faites, ainsi qu'il est dit ci-dessus, et sans jamais donner lieu soit à un report, soit à prélèvement par annuités, dans le cas où elles excéderaient la valeur du produit brut.

En général, on doit avoir égard, dans l'assiette de la redevance, à tout ce qui concerne immédiatement la mine, et nullement aux avantages que les concessionnaires peuvent trouver dans les accessoires de l'exploitation, tels que chemins de fer, canaux, ateliers d'élaboration.

Lorsqu'une mine concédée est affermée et exploitée, le taux du bail ne doit pas nécessairement servir de base à la

redevance proportionnelle, puisque ce taux sera bien rarement égal au revenu net sur lequel l'impôt doit être établi. Si la mine affermée n'est pas exploitée, il n'y a pas lieu au payement de la redevance proportionnelle, la mine ne donnant pas de produit et par conséquent de revenu net imposable. Mais alors l'administration se fera un devoir d'examiner si les causes de la suspension sont légitimes, et si l'intérêt public n'exige pas la mise en activité de l'exploitation, auquel cas la concession pourrait être retirée, en vertu de la loi du 27 avril 1838.

Les règles qui précèdent sont d'une application facile, et ne paraissent pouvoir donner lieu à aucune interprétation équivoque. Toutefois, il ne sera pas inutile d'entrer dans quelques développements à l'égard des articles G et L, qui concernent les dépenses relatives aux voies de communication.

Les frais d'établissement et d'entretien des voies de communication peuvent être admis en déduction de la valeur du produit brut, mais seulement, ainsi qu'on l'a dit ci-dessus, lorsque ces voies de transport font *partie intégrante* de la mine. Ce caractère est facilement reconnaissable à cette circonstance qu'il n'y a pas de différence entre le prix de la substance minérale sur le puits ou la galerie d'extraction et le prix de cette substance rendue *à la gare*, de telle sorte qu'on puisse dire que c'est réellement *à la gare* que se trouve *le carreau de la mine*.

L'article 35 de la loi du 21 avril 1810 donne aux concessionnaires de mines la faculté d'acquitter par abonnement la redevance proportionnelle. Voici comment cet abonnement, qui n'est pas institué d'ailleurs en vue de favoriser les concessionnaires aux dépens du trésor, devra être fixé.

Si la mine est dans un état stationnaire, on doit prendre pour base de l'abonnement la moyenne du revenu net pendant une période comprenant au moins les trois années antérieures.

Si la mine est en progrès continu, le calcul s'établira sur le même nombre d'années au moins, et l'on appliquera aux années que l'abonnement devra embrasser la progression moyenne présentée par les années antérieures, de manière que le chiffre proposé pour l'abonnement

soit lui-même la moyenne des revenus nets probables, ainsi calculés.

Lorsque l'exploitant aura exécuté, pendant les années auxquelles on se reporte, des travaux extraordinaires devant donner à la mine un grand développement pendant les années de l'abonnement demandé, on ne tiendra pas compte, pour la fixation du chiffre de l'abonnement, des dépenses que ces travaux auront occasionnées.

J'ajouterai que l'abonnement ne devra pas être consenti lorsqu'on sera en droit de supposer de grandes variations dans l'état commercial de la mine pendant la durée de l'abonnement sollicité. En effet, il serait alors très-difficile, si ce n'est impossible, d'évaluer d'une manière suffisamment rigoureuse la base de l'abonnement.

La durée de l'abonnement ne pourra, conformément à l'instruction ministérielle du 3 août 1810, excéder cinq années.

Les exploitants qui désireront obtenir, soit un abonnement, soit le renouvellement d'un abonnement précédemment accordé, devront, pour faire utilement leur demande, la présenter avant le 15 avril, conformément à l'article 31 du décret du 6 mai 1811. Les demandes de cette nature seront instruites dans la forme prescrite par le titre III du même décret.

Lorsqu'un abonnement a été consenti, et qu'ainsi la redevance proportionnelle est déterminée pour toutes les années qu'il comprend, on pourrait à la rigueur s'abstenir pendant cette période des enquêtes et des formalités relatives à l'assiette de l'impôt. Cependant, comme il importe de suivre les progrès de l'exploitation, afin de régler convenablement l'imposition d'office lorsque l'abonnement en cours de durée sera expiré, ou de statuer équitablement sur le nouvel abonnement qui serait demandé, il sera utile que le comité de proposition et l'ingénieur des mines réunissent chaque année, et indiquent à titre de simples renseignements sur l'état d'exploitation, les données qui seront de nature à éclairer sur la véritable situation des mines abonnées.

Il me reste, monsieur le préfet, à vous faire connaître d'autres mesures concertées, comme les précédentes, avec M. le ministre des finances, et spécialement destinées à régulariser les opérations des comités.

Le préfet déterminera, selon la nature des exploitations, la forme des déclarations détaillées que les exploitants devront lui adresser chaque année, avant le 1er mai, en exécution de l'article 27 du décret du 6 mai 1811, et il réunira à l'avance tous les renseignements qu'il jugera utile de porter à la connaissance du comité d'évaluation, pour la fixation du revenu net imposable de chaque mine.

Les comités de proposition se réuniront tous les ans, avant le 15 mai, pour la confection des états d'exploitation, conformément aux prescriptions des articles 17, 18 et 19 du décret du 6 mai 1811. Ces états devront présenter la quantité de matière minérale extraite pendant l'année précédente, le prix de vente ou le prix qui lui aura été assigné si elle n'est pas vendue, le détail des différentes déductions opérées sur le produit brut, et l'évaluation du revenu net imposable. L'ingénieur y joindra un rapport sur chaque mine renfermant tous les renseignements propres à éclairer le comité d'évaluation au sujet de l'appréciation du revenu net imposable qui aura été faite par le comité de proposition.

Les états d'exploitation et les rapports de l'ingénieur seront, avant le travail du comité d'évaluation, communiqués par le préfet au directeur des contributions directes, qui donnera son avis motivé sur les chiffres du produit et du revenu net adoptés par les comités de proposition.

Le comité d'évaluation sera convoqué dans le courant du mois de juin, et ses délibérations seront consignées dans un procès-verbal détaillé dressé par l'un de ses membres.

Des expéditions des états d'exploitation, des rapports de l'ingénieur des mines, des avis du directeur des contributions directes et du procès-verbal des délibérations du comité d'évaluation, seront transmises par le préfet, tous les ans, dans le courant du mois de juillet, au ministre des travaux publics et au ministre des finances.

Les dispositions que je viens de porter à votre connaissance seront appliquées à partir du prochain travail des redevances de 1849 (produits de 1848).

Je vous prie, monsieur le préfet, de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse des ampliations à MM. les ingénieurs des mines, et que M. le ministre des

finances transmet, de son côté, à MM. les directeurs des contributions directes.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

(MODÈLE N° 1.)

REDEVANCE PROPORTIONNELLE SUR LES MIN

MINES CONCÉDÉES du département d

ÉTAT d'exploitation, pour l'exercice 18 (*travaux et produits de* 18 [1]),
, *commune d* [3] ,
arrondissement d .

Numéro de l'État:	
Désignation du titre de concession de la mine.	Communes sur lesquelles portent — la concession.
Étendue de la concession en hectares.	Communes sur lesquelles portent — les travaux d'exploitation
Quotité de la redevance fixe annuelle, résultant de cette étendue.	Commune où les redevances sont perçues (3 *bis*).

DÉSIGNATION DES OUVRAGES ENTRETENUS ET EXPLOITÉS OU EN COURS D'EXÉCUTION, tels que puits, galeries et autres excavations régulières et irrégulières, et machines.			
NOMBRE ET ESPÈCES.	LONGUEUR. *Mètres courants.*	CUBAGE. *Mètres cubes.*	MACHINES (Désigner l'esp puissance, évaluée de cheval, des m vapeur.)

ES, EXERCICE 18 .

le la mine[2] *d*

canton d ,

	Noms, professions et demeures des concession-naires.
	Noms, professions et demeures des exploitants.

ce et la en force chines à	SITUATION, NOMBRE, NATURE ET SUPERFICIE MÉTRIQUE des bâtiments et ateliers.

ÉS ET OBSERVATIONS.

(MODÈLE N° 2.)

REDEVANCE PROPORTIONNELLE SUR LES MINES, EXERCICE 18 .

MINES NON CONCÉDÉES[1] du département d

ÉTAT d'exploitation, pour l'exercice 18 (*travaux et produits de* 18 [2]), *de la mine*[3] *d*, *commune d*[4] , *canton d* ,
arrondissement d .

Numéro de l'État : Désignation de la demande en concession. Etendue provisoire assignée à l'exploitation, exprimée en hectares. Quotité de la redevance fixe annuelle, résultant de cette étendue.	Communes sur lesquelles portent { l'étendue provisoire. / les travaux d'exploitation Commune où les redevances sont perçues (4 *bis*).	Noms, professions et demeures des particuliers exploitant sans concession.
DÉSIGNATION DES OUVRAGES, ETC., ETC. (*Le reste de l'État est conforme au* MODÈLE N° 1 *ci-dessus.*)		

(1) *Extrait du titre II, section 2, du décret du 6 mai 1811.* — « Assiette de la redevance proportionnelle sur les mines non concédées. — Art. 30. Il sera procédé, pour les mines non concédées régulièrement ou exploitées sans aucune concession, comme pour les mines concédées ; mais les états d'exploitation seront intitulés différemment, etc. »
(2) (3) (4) (4 *bis*) Comme les notes (1), (2), (3), (3 *bis*), du Modèle N° 1.

(MODÈLE

Département d

TABLEAU,

des résultats du travail des redevances imposées, en 18 (produits

NOTA. Il faut porter sur ce tableau d'abord les mines d'une même espèce, totaliser les résultats et ainsi de suite. — Au bas du tableau, il faut faire un total général

NOMS ET ESPÈCES DES MINES.	INDICATION de celles qui sont		ÉTENDUE de la surface		NOMS des EXPLOITANTS.	NOMBRE des				NOMBRE ET ESPÈCES des machines.
						OUVRIERS		CHEVAUX		
	concédées.	non concédées.	concédée. Hectar.	attribuée provi-soirement. Hectar.		à l'inté-rieur.	à l'exté-rieur.	à l'inté-rieur.	à l'exté-rieur.	

Exercice 18 (Produits de 18).

PAR MINE,

de 18), sur les mines du département d

particuliers qu'elles présentent; puis porter les mines d'une autre espèce, faire un nouveau total, à chaque colonne dont les nombres sont susceptibles d'être additionnés.

QUANTITÉ du PRODUIT BRUT.	PRIX du QUINTAL métrique sur l'établissement.	VALEUR du PRODUIT brut sur l'établissement.	REVENU NET		REDEVANCE PROPORTIONNELLE en principal.	REDEVANCE FIXE en principal.	DIX CENTIMES POUR FONDS de non-valeurs des deux redevances.	TOTAL DES DEUX REDEVANCES en principal et centimes additionnels.	OBSERVATIONS.
			fixé par le comité d'évaluation.	correspondant à l'abonnement.					
Quintaux métr.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	Francs.	

Chemins de fer.

Machines à vapeur fixes établies dans les gares et dans les ateliers de ces chemins.

M. le Préfet d

Paris, le 20 avril 1849.

Monsieur le Préfet, les machines à vapeur fixes établies dans les gares ou dans les ateliers des chemins de fer, pour le service de ces ateliers, des réservoirs d'eau, etc., font partie de l'exploitation de ces chemins. Elles doivent conséquemment être soumises au même contrôle que le matériel roulant.

Les permissions pour leur établissement sont données par le préfet dans le département duquel il s'agit de les installer, en procédant conformément à ce qui est indiqué en la section 1re du titre II de l'ordonnance du 22 mai 1843. Mais c'est sur les rapports des ingénieurs chargés du service spécial de l'exploitation du chemin de fer que ces autorisations doivent être délivrées. Le préfet leur transmet, à cet effet, les pièces de l'enquête pour avoir leur avis, comme il est dit en l'article 9 de l'ordonnance, et c'est également à ces ingénieurs qu'il appartient d'exercer l'inspection sur ces machines, une fois qu'elles sont établies.

D'après ce qu'expose M. l'ingénieur en chef des mines Bineau, cette marche n'est pas uniformément suivie sur les chemins de fer placés sous sa surveillance. Il convient d'adopter à l'avenir, pour cette partie du service, les règles ci-dessus rappelées.

Je vous invite, monsieur le Préfet, à transmettre à cet ingénieur des expéditions des arrêtés qui ont jusqu'ici autorisé l'établissement, dans votre département, de machines de cette nature, afin qu'il puisse surveiller l'accomplissement des conditions prescrites dans ces arrêtés.

Quant aux nouvelles permissions qui seront à délivrer, il y aura lieu, lorsque vous aurez fait procéder, dans la localité, à l'enquête de *commodo* et *incommodo*, de lui communiquer les pièces de chaque affaire; puis vous statuerez sur ses rapports.

Je transmets des instructions en ce sens aux préfets dont les départements sont traversés par les lignes en question.

Je joins en outre ici des ampliations de la présente pour

MM. les ingénieurs des mines chargés du service ordinaire dans votre département.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

M. ingénieur des mines. Travail des redevances de 1849 (produits de 1848).

Paris, le 30 avril 1849.

Monsieur, j'ai l'honneur de vous adresser ampliation d'une circulaire aux préfets, en date du 12 de ce mois, contenant des instructions pour l'assiette de la redevance proportionnelle sur les mines.

Les prescriptions de cette circulaire étant applicables dès à présent, j'ai fait préparer, avec les modifications convenables, les états d'exploitation nécessaires pour le travail des redevances de 1849 (produits de 1848).

Vous trouverez ci-joint en nombre suffisant des exemplaires de ces états ainsi que des tableaux récapitulatifs, destinés au travail du sous-arrondissement dont vous êtes chargé.

MM. les ingénieurs des mines auront à dresser, suivant l'usage adopté jusqu'à présent, trois copies des états de redevances : la première servant de minute pour la préfecture de chaque département ; la deuxième pour les archives de leurs bureaux ; la troisième pour le ministère des travaux publics. Cette dernière copie devra me parvenir avant le 1er août et par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef et de MM. les préfets.

M. le ministre des finances recevra également une expédition du travail. MM. les préfets, à qui j'adresse des formules à cet effet, la feront préparer dans leurs bureaux, sur la minute déposée par MM. les ingénieurs, et en feront directement l'envoi.

Je vous prie, monsieur, de m'accuser réception de la présente.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,
Signé BOULAGE.

M. *, ingénieur en chef des mines.*

Travail des redevances de 1849 (produits de 1848.

Paris, le 30 avril 1849.

Monsieur, j'ai l'honneur de vous adresser ampliation d'une circulaire aux préfets, en date du 12 de ce mois, contenant des instructions pour l'assiette de la redevance proportionnelle sur les mines.

Les prescriptions de cette circulaire étant applicables dès à présent, j'ai fait préparer, avec les modifications convenables, les états d'exploitation nécessaires pour le travail des redevances de 1849 (produits de 1848).

J'envoie aujourd'hui même à M. , ingénieur ordinaire placé sous vos ordres, avec une ampliation de la circulaire, des formules en nombre suffisant de ces états d'exploitation ainsi que des tableaux récapitulatifs.

(*Pour MM. les ingénieurs en chef chargés d'un service ordinaire:* vous trouverez ci-joints des exemplaires des mêmes états destinés au travail du sous-arrondissement de dont vous faites le service.)

MM. les ingénieurs des mines auront à dresser, suivant l'usage adopté jusqu'à présent, trois copies des états de redevances : la première servant de minute pour la préfecture de chaque département ; la deuxième pour les archives de leurs bureaux ; la troisième pour le ministère des travaux publics. Je vous recommanderai expressément, monsieur, de me transmettre avant le 1er août, en y joignant vos observations spéciales, cette dernière copie, qui devra me parvenir par l'intermédiaire de MM. les préfets, d'après les termes de la circulaire précitée du 12 avril.

M. le ministre des finances recevra également une expédition du travail. MM. les préfets à qui j'adresse des formules à cet effet, la feront préparer dans leurs bureaux

sur la minute déposée par MM. les ingénieurs et en feront directement l'envoi.

Je vous prie, Monsieur, de m'accuser réception de la présente.

Recevez, Monsieur, l'assurance de ma considération distinguée,

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,

Signé BOULAGE.

M. le Préfet d

Travail des redevances de 1849 (produits de 1848).

Paris, le 30 avril 1849.

Monsieur le Préfet, d'après les prescriptions de la circulaire du 12 de ce mois, relative à l'assiette de la redevance proportionnelle sur les mines, j'ai fait préparer, avec les modifications convenables, les états d'exploitation nécessaires pour le travail des redevances de 1849 (produits de 1848).

J'envoie aujourd'hui même à MM. les ingénieurs des mines, en nombre suffisant, des exemplaires de ces états, ainsi que des tableaux récapitulatifs.

MM. les ingénieurs auront à dresser, suivant l'usage adopté jusqu'à présent, trois copies des états de redevances : la première servant de minute pour la préfecture de chaque département; la deuxième pour les archives de leurs bureaux; la troisième pour le ministère des travaux publics. Cette dernière copie, que vous recevrez de MM. les ingénieurs en chef avec leurs observations, devra me parvenir par votre intermédiaire et avant le 1er août. Je vous recommanderai expressément de tenir la main à ce que cet envoi soit fait exactement.

D'après les termes de ma circulaire précitée du 12 avril, M. le ministre des finances recevra également une expédition du travail. MM. les Préfets la feront préparer dans leurs bureaux, sur la minute déposée par MM. les ingénieurs, et la transmettront directement au ministère des finances. Vous trouverez ci-jointes les formules nécessaires à cet effet.

Je vous prie, monsieur le Préfet, de m'accuser réception de la présente.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le secrétaire général,
Signé BOULAGE.

École nationale des mines.

M. le Préfet d

Paris, le 4 mai 1849.

Monsieur le Préfet, l'administration vient d'arrêter, sur la proposition du conseil central des écoles de mines, un nouveau règlement pour l'Ecole nationale des mines de Paris (1).

J'ai l'honneur de vous adresser un exemplaire de ce règlement.

Je crois devoir appeler spécialement votre attention sur les dispositions relatives aux *élèves externes* qui sont admis, après examen, à suivre *gratuitement* à l'Ecole nationale des mines les mêmes cours et qui reçoivent la même instruction que les élèves ingénieurs destinés au recrutement du corps des mines.

La circulaire du 21 août 1847 adressée à MM. les préfets, et que je vous prie de vous faire représenter avec le programme qui l'accompagne, fait connaître les modifications introduites dans les conditions d'admission des élèves externes, en vue de faciliter à un plus grand nombre de jeunes gens l'accès de l'Ecole des mines. Les travaux d'agrandissement exécutés dans les bâtiments affectés à cette Ecole, permettront, dès cette année, d'augmenter dans une notable proportion le nombre des élèves externes. Une double amélioration aura été ainsi réalisée : extension des admissions, facilités nouvelles données aux candidats par un enseignement préparatoire approprié à leur instruction scientifique.

Comme vous le remarquerez, Monsieur le Préfet, l'enseignement de l'Ecole nationale des mines ne s'étend pas seulement aux sciences spéciales à l'art de l'ingénieur des mines : il comprend des cours de chemins de fer, de ma-

(1) Voir *suprà*, page 594, l'arrêté du ministre des travaux publics, en date du 17 avril 1849.

chines et de constructions industrielles ; initiant ainsi les élèves à un ensemble de connaissances qui les mettent à même de se diriger, à la fin de leurs études, vers l'une ou l'autre de ces branches d'industrie.

L'institution des élèves externes à l'Ecole nationale des mines de Paris est appelée à rendre les plus utiles services. Les charges que l'administration s'est imposées pour le développement de cette institution donnent la mesure de l'intérêt sérieux qu'elle attache aux résultats qu'on doit en attendre. Elle compte sur votre concours, monsieur le Préfet, pour la seconder dans ses vues, en vous concertant avec MM. les ingénieurs des mines de votre département, à l'effet d'attirer l'attention des industriels, des chefs de fabriques, d'usines et d'exploitations sur l'institution dont il s'agit.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente dont j'adresse copie à MM. les ingénieurs.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

Extrait du Moniteur *du* 25 *mai* 1849. École des mineurs de Saint-Etienne.

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ETIENNE.

Cette école est destinée à former des directeurs d'exploitation et d'usines métallurgiques et des conducteurs gardes-mines.

L'enseignement est gratuit. Il a pour objet :

L'exploitation des mines ; la connaissance des principales substances minérales et de leur gisement, ainsi que l'art de les essayer et de les traiter ; les éléments de mathématiques ; les notions les plus essentielles sur la résistance, la nature et l'emploi des matériaux en usage dans les constructions relatives aux mines, usines et voies de transport ; la tenue des livres en partie double ; la levée des plans, et le dessin.

Des brevets de capacité de différents degrés sont délivrés, à leur sortie de l'Ecole, aux élèves qui s'en sont rendus dignes par leur capacité et leur bonne conduite.

Mode et conditions d'admission.

Les connaissances exigées pour l'admission à l'Ecole des mineurs de Saint-Etienne sont :

La langue française ;

L'arithmétique ;

Le système légal des poids et mesures ;

La géométrie élémentaire ;

L'algèbre, jusques et y compris les équations du deuxième degré ;

Les éléments du dessin linéaire.

Les candidats possédant des connaissances plus étendues que celles mentionnées au programme pourront demander qu'elles soient constatées par l'examinateur.

Les candidats ne peuvent être admis avant l'âge de seize ans, ni après vingt-cinq ans révolus.

Ils devront justifier, par un certificat des autorités du lieu de leur domicile, qu'ils sont de bonnes vie et mœurs.

Ils devront prouver aussi qu'ils ont été vaccinés ou qu'ils ont eu la petite vérole.

Pour être admis à concourir aux places annuellement vacantes à l'Ecole des mineurs, les candidats subiront un examen préalable devant un ingénieur des mines désigné à cet effet.

Seront réputés admissibles et dispensés en conséquence de l'épreuve préalable, les candidats qui auront subi l'examen d'admission à l'Ecole polytechnique.

Le concours définitif aura lieu à Saint-Etienne, devant le conseil de l'Ecole, constitué en jury d'examen. Les candidats déclarés admissibles seront informés directement de l'époque à laquelle s'ouvrira le concours. L'admission des élèves sera prononcée par le ministre, sur la liste par ordre de mérite, dressée par le jury d'examen.

Les élèves sont tenus de se procurer les livres et autres objets nécessaires à leur instruction.

Les examens préalables seront ouverts du 1[er] août au 15 septembre de cette année.

Un avis officiel, inséré dans les journaux des départements, indiquera les jours, au nombre de dix au moins, choisis par les ingénieurs, dans la période mentionnée plus haut, pour examiner les candidats.

Si, par une circonstance imprévue, l'un des examinateurs désignés se trouvait empêché de procéder aux examens préalables, il serait suppléé par l'ingénieur des ponts-et-chaussées de la localité.

LISTE DES INGÉNIEURS DES MINES

désignés pour procéder aux examens préalables en 1849.

Départements.	Villes d'examen.	Noms des ingénieurs.	Grades.
Ardèche.	Privas.	Arnoux.	Ingén. ordin.
Allier.	Moulins. . . .	Baudin.	Ingén. en chef.
Ardennes.	Mézières. . . .	Peschart d'Ambly . .	Ingén. ordin.
Aube..	Troyes.	Reverchon.	Ingén. en chef.
Aveyron.	Villefranche. .	Senez.	*Idem.*
	Rodez.	Trautmann.	Ingén. ordin.
Bouches-du-Rhône.	Marseille. . . .	Diday.	*Idem.*
Calvados	Caen.	Harlé.	*Idem.*
Cher.	Bourges. . . .	Bertera.	*Idem.*
Côte-d'Or.	Dijon.	Bère.	*Idem.*
Dordogne.	Périgueux. . .	Jutier.	Elève ingén.
Doubs.	Besançon . . .	Boyé.	Ingén. ordin.
Gard.	Alais.	Dupont.	*Idem.*
Garonne (Haute-) .	Toulouse. . . .	De Boucheporn. . . .	*Idem.*
Gironde.	Bordeaux . . .	Manès.	Ingén. en chef.
Hérault.	Montpellier . .	Cacarrié.	Ingén. ordin.
Ille-et-Vilaine. . .	Rennes.	Durocher.	*Idem.*
Indre-et-Loire. . .	Tours.	Descottes.	*Idem.*
Isère.	Grenoble. . . .	Roger.	*Idem.*
Loire.	Rive-de-Gier. .	Hanet-Clery.	Elève ingén.
	Saint-Etienne.	Labrosse-Luuyt. . . .	Ingén. ordin.
Loire-Inférieure . .	Nantes.	Bochet.	*Idem.*
Maine-et-Loire. . .	Angers.	Lamé-Fleury.	*Idem.*
Marne (Haute-). . .	Chaumont. . .	Duhamel.	Ingén. en chef.
Mayenne	Laval.	Renouf.	Ingén. ordin.
Moselle.	Metz.	Jacquot.	*Idem.*
Nord.	Lille.	Meugy.	*Idem.*
	Valenciennes..	Comte.	*Idem.*
Pas-de-Calais. . . .	Arras.	Dusouich.	*Idem.*
Pyrénées (Basses-).	Pau.	Bossey.	*Idem.*
Puy-de-Dôme. . . .	Clermont. . . .	Chatelus.	*Idem.*
Rhin (Bas-).	Strasbourg. . .	Daubrée.	*Idem.*
Rhin (Haut-). . . .	Colmar.	Furiet.	*Idem.*
Rhône.	Lyon.	Guillebot de Nerville.	*Idem.*
Saône-et-Loire. . .	Châlon.	Mœvus..	*Idem.*
Sarthe.	Le Mans. . . .	De Hennezel.	Ingén. en chef.
Seine	Paris.	L. de Fourcy.	Ingén. ordin.
Seine-Inférieure. .	Rouen.	De Saint-Léger. . . .	Ingén. en chef.
Somme.	Amiens.	Marsilly.	Ingén. ordin.
Var	Draguignan . .	Meissonnier.	*Idem.*
Vienne	Poitiers.. . . .	Gruner.	Ingén. en chef.

Dispositions relatives aux congés et changements de résidence des ingénieurs.

M. le Préfet d

Paris, le 9 juin 1849.

Monsieur le Préfet, les ingénieurs qui obtiennent des congés, ou qui changent de résidence, doivent faire connaître à l'administration le jour de leur départ et celui de leur retour ou de leur arrivée à leur nouvelle destination. Cette prescription, quoique rappelée dans les lettres de notification de congé ou de déplacement, n'est pas toujours exactement suivie, et l'administration se trouve souvent dans l'impossibilité de savoir, à un moment donné, si des ingénieurs à qui des congés ont été accordés sont encore à leur poste ou doivent y être revenus. La même incertitude existe dans le cas de changement de résidence, et le retard d'un ingénieur à se rendre à sa nouvelle destination n'est quelquefois connu que par les réclamations qu'il soulève en se prolongeant.

Pour mieux assurer l'exécution d'une mesure qui intéresse l'ordre et la régularité du service, il m'a paru convenable d'en charger à l'avenir non plus les ingénieurs eux-mêmes, mais leurs chefs immédiats. J'ai décidé, en conséquence, que l'avis du départ et du retour des ingénieurs qui obtiendront des congés sera transmis par le préfet, s'il s'agit d'un ingénieur en chef, et par l'ingénieur en chef, s'il s'agit d'un ingénieur ordinaire. En cas de déplacement, l'administration sera informée de la même manière du départ de l'ingénieur et de son arrivée dans sa nouvelle résidence.

Les ingénieurs qui, sans une autorisation régulière, prolongeraient leur absence au delà du terme assigné ne pourront recevoir de traitement pour le temps de cette prolongation, et même pour la durée du congé, avant que l'administration ait été mise en mesure d'apprécier les motifs d'excuse qu'ils auraient à faire valoir. Il en sera de même à l'égard des ingénieurs changeant de résidence qui dépasseraient de plus de quinze jours l'époque fixée pour leur arrivée à leur nouvelle destination.

MM. les ingénieurs doivent comprendre que l'exactitude et la régularité sont indispensables dans toutes les parties du service public. Ils s'empresseront, je n'en doute pas, de seconder les vues de l'administration pour maintenir, dans les deux corps des ponts-et-chaussées et

des mines, l'ordre et la discipline qui ont si puissamment contribué à les élever au rang qu'ils occupent dans l'estime du pays.

Je vous prie, monsieur le Prefet, de m'accuser réception de cette circulaire, dont j'adresse une ampliation à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et des mines.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

A M.

Choléra.

Service médical dans l'intérêt des ouvriers employés aux travaux publics.

Paris, le 10 juin 1849.

Monsieur, l'état de la santé publique et les inquiétudes que le choléra fait naître m'engagent à vous rappeler l'exécution des mesures prescrites à diverses reprises pour combattre efficacement l'invasion et les progrès de la maladie parmi les ouvriers des chantiers placés sous vos ordres.

Votre vigilance, à cet égard, doit se porter sur plusieurs points que je recommande à votre attention particulière :

Assurer l'exécution des mesures d'hygiène recommandées par les conseils de salubrité, selon le climat et suivant la nature des travaux ; apporter, dans la distribution du travail, toutes les précautions qui vous sembleront compatibles avec son exécution ; préparer l'établissement d'un personnel médical et des moyens propres à combattre le mal *dès son début* ; choisir et faire disposer un asile où les malades pourront être recueillis et entourés de tous les soins exigés par leur état ; enfin, déterminer les ouvriers à faire usage, dès les premières atteintes de la maladie, des moyens curatifs qui deviennent souvent impuissants quand ils ne sont pas immédiatement appliqués.

La plupart de ces dispositions sont déjà prises, je le sais, et la sollicitude de l'administration, secondée par votre zèle, n'a pas attendu le développement du mal pour se prémunir contre ses effets.

Mais c'est un devoir et un besoin pour moi de vous rappeler de nouveau l'importance que j'attache à leur exécution.

L'ouvrier employé sur les chantiers de l'Etat est quelquefois placé loin de sa famille et loin de la portée des secours ordinaires.

Il doit trouver, dans la vigilance et les soins éclairés de l'administration publique, les secours que la prévoyance des autorités municipales prépare aux citoyens dans les communes où ils ont leur résidence habituelle.

Je vous invite à me rendre immédiatement compte des mesures que vous avez déjà prises et de celles que vous croirez devoir prendre pour vous conformer à ces instructions. Vous me trouverez disposé à approuver les demandes de crédits que nécessiteraient ces dépenses extraordinaires.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

Machines locomotives.

M. le Préfet d

Paris, le 15 juin 1849.

Monsieur le Préfet, un accident est arrivé, le 4 mars dernier, sur le chemin de fer de Chartres. La chaudière d'une locomotive, *le Creusot,* a fait explosion au moment où cette machine, qui servait à remorquer des convois de terrassements, stationnait dans une tranchée à l'extrémité de l'une des rues de Versailles.

Il résulte du rapport qui a été rédigé avec un grand soin par M. l'ingénieur des mines Sentis, et de l'examen de la commission centrale des machines à vapeur, que cet accident, qui a malheureusement coûté la vie à un ouvrier, et où trois autres ont été blessés, doit principalement être attribué à un défaut de construction dans la chaudière du *Creusot.*

Les armatures de la paroi supérieure du foyer n'étaient pas disposées d'une manière convenable pour résister à la pression de la vapeur.

Cette paroi plane avait été rendue rigide au moyen de cornières en fer placées longitudinalement, et qui, au lieu d'être prolongées de manière à s'appuyer sur les parois verticales, se trouvaient arrêtées à 5 centimètres des extrémités de la plaque supérieure. On n'avait remédié qu'imparfaitement à ce vice de construction par la pose d'une pièce de renfort reliant la paroi au sommet de la chaudière. Aussi est-ce à la limite de ces cornières que s'est produite la rupture.

Une cause semblable, due à l'insuffisance de longueur des armatures, a également, il y a quelques années, occasionné une explosion, en Angleterre, sur le chemin de fer de Manchester à Leeds.

Pour prévenir le retour de pareils accidents, il importe que toutes les chaudières de locomotives qui se trouvent dans les mêmes circonstances soient, dans un court délai, visitées et réparées.

Il est essentiel, en outre, afin d'empêcher qu'on ne surélève la tension de la vapeur, que les leviers qui pressent sur les soupapes soient établis de manière à rencontrer un arrêt lorsqu'ils ont produit une charge équivalente à celle qui correspond au timbre de la chaudière.

Enfin, je rappellerai qu'aux termes de l'ordonnance du 22 mai 1843 toutes les locomotives doivent être constamment pourvues d'un manomètre, d'un tube en verre indicateur du niveau de l'eau, de robinets indicateurs convenablement placés à des niveaux différents, et de deux soupapes de sûreté bien entretenues.

Je vous invite à tenir strictement la main à l'exécution de ces dispositions.

J'adresse des ampliations de la présente à MM. les ingénieurs chargés de la surveillance des chemins de fer.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

A M.

Paris, le 17 juin 1849.

Personnel.

Monsieur, au milieu des agitations excitées par les partis anarchiques, j'ai le regret de reconnaître que l'administration n'a pas rencontré, de la part de quelques-uns des fonctionnaires dépendant du ministère des travaux publics, le concours actif qu'elle a droit d'attendre des citoyens auxquels est confiée une part de l'autorité publique.

On a trop souvent éprouvé que par l'indifférence des bons citoyens le désordre naît et se propage. C'est aux fonctionnaires à donner l'exemple de l'énergie et du dévouement. Le corps auquel vous appartenez est trop haut placé dans l'estime du pays, par ses talents et ses utiles travaux, pour qu'il ne veuille pas en même temps mériter sa reconnaissance, en prenant une part active à la défense de l'ordre et de la société audacieusement menacés.

A cet égard, les devoirs de chacun lui sont tracés par son patriotisme; mais, s'il existait quelques doutes sur la manière de les accomplir, je viens les lever et vous fixer sur ce que votre situation vous oblige à faire.

Au premier signal du désordre, vous devez prendre immédiatement les ordres du préfet ou du sous-préfet de la circonscription, en donner avis aux maire et commandant des forces publiques les plus rapprochées, vous mettre à la disposition de l'autorité administrative, vous adjoindre tous vos subordonnés, appeler les conducteurs, gardes-mines, piqueurs et cantonniers dans les rangs de la garde nationale, et assurer, par un concours énergique, l'exécution des mesures prises par les autorités civiles et militaires.

Après la répression du désordre, vous devrez immédiatement et hiérarchiquement me rendre compte de la conduite de chacun des agents placés sous vos ordres. Celui qui, par son inertie et, à plus forte raison, par une connivence quelconque, aurait encouragé ou accru le désordre devra se considérer comme démissionnaire; ma ferme résolution est de ne tolérer aucune hésitation, aucune faiblesse.

J'ai été heureux de signaler à la bienveillance de M. le

Président de la République ceux des fonctionnaires dépendant du ministère des travaux publics qui, dans les sanglantes journées de juin 1848, ont honorablement combattu dans les rangs des défenseurs de l'ordre. Vous me trouverez toujours prêt à proposer l'acquittement de ces dettes sacrées, qui sont celles de la patrie; mais je n'hésiterai pas à provoquer ou à appliquer des mesures sévères à l'égard de tout fonctionnaire qui méconnaîtrait les devoirs qu'il a à remplir pour la défense de l'ordre et du pays.

Je vous invite à communiquer cette circulaire aux agents placés sous vos ordres et à m'en accuser réception.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre des travaux publics,

Signé T. LACROSSE.

PERSONNEL.

Par arrêté du ministre des travaux publics, en date du 16 novembre 1848, — M. Callon, ingénieur des mines, est chargé du service des départements de Seine-et-Oise, de Seine et-Marne et du Loiret, à la résidence de Paris; il est, en outre, attaché à l'École des mines comme professeur suppléant pour le cours d'exploitation des mines.

PREMIER SEMESTRE DE 1849.

DÉCISIONS DU GOUVERNEMENT.

Rapport au Président de la République.

Paris, le 20 janvier 1849.

Monsieur le Président,

Un arrêté du Président du conseil, chargé du pouvoir exécutif, en date du 29 juillet 1848, rendu sur le rapport de l'un de mes prédécesseurs, a institué près du ministère des travaux publics une commission centrale des chemins de fer.

Cette commission est composée de quinze membres.

L'étendue et l'importance des attributions confiées à cette commission, la multiplicité et la gravité des questions soulevées par le développement successif des chemins de fer, les connaissances diverses et spéciales qu'exige leur solution, les intérêts industriels qui s'y rattachent, le nombre toujours croissant des affaires qui doivent lui être soumises me font penser que la représentation de tous ces intérêts n'est pas complète, et que pour satisfaire à cette nécessité il y a lieu de porter le nombre de ses membres de quinze à vingt-quatre.

J'ai en conséquence, monsieur le Président, l'honneur

de vous proposer l'adoption d'un projet d'arrêté dans ce sens.

Veuillez agréer, monsieur le Président, l'hommage du profond respect,

De votre très-humble serviteur,

Le ministre des travaux publics,
Signé T. LACROSSE.

Arrêté.

Au nom du Peuple français,

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. Le nombre des membres de la commission centrale des chemins de fer, instituée par arrêté du chef du pouvoir exécutif, du 29 juillet 1848, sera porté de quinze à vingt-quatre.

Art. 2. Sont nommés membres de la commission, qui continuera à se réunir sous la présidence du ministre des travaux publics :

MM. Dufaure, membre de l'Assemblée nationale;
N. Daru, *id.*;
G. de Beaumont, *id.*;
Lanjuinais, *id.*;
Victor Lefranc, *id.*;
Sanson Davillier, ancien membre du conseil général de la Seine;
Gréterin, directeur de l'administration des douanes.
Jaban, ancien maître des requêtes, chef du cabinet du ministre des travaux publics.

Art. 3. Les dispositions de l'arrêté du 29 juillet 1848 continueront à avoir leur effet dans tout ce qui n'est pas contraire au présent arrêté.

Fait à l'Élysée national, le 20 janvier 1849.

Signé L.-N. BONAPARTE.

Le ministre des travaux publics,
Signé T. LACROSSE.

Par arrêté du Président de la République, en date du 26 mars 1849, — MM. Thayer, directeur de l'administration des postes, et Séguier, membre de l'Institut, sont nommés membres de la commission centrale des chemins de fer.

Par arrêté du Président de la République, en date du 10 mai 1849, sont nommés,

Officiers de la Légion d'honneur :

MM. Delsériès et Bineau, ingénieurs en chef des mines;

Chevaliers :

MM. Lefébure de Fourcy, Lechâtelier et Durocher, ingénieurs ordinaires, et Blavier, élève-ingénieur.

Par décret du Président de la République, en date du 9 juin 1849, — M. Léon Faucher est nommé membre de la commission centrale des chemins de fer, en remplacement de M. Dufaure.

DÉCISIONS MINISTÉRIELLES.

Par décision du ministre des travaux publics, en date du 26 *janvier* 1849,— M. Descottes, ingénieur des mines, attaché à la surveillance du chemin de fer d'Orléans à Tours, sous les ordres de M. Foulon, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, est chargé, en outre, de seconder M. Foulon dans le service de surveillance du chemin de fer de Tours à Nantes.

Par décision du ministre, en date du 26 *février* 1849, — MM. Flajolot, Jutier, Hanet-Cléry, Méniolle de Cizancourt, Moutard, Coullard-Descos, Lan, Sens, Cumenge, Blavier, Castel et Beudant, élèves-ingénieurs des mines de seconde classe, sont promus à la première classe de leur grade.

Par arrêté du ministre, en date du 1er *mars* 1849, — MM. Commines de Marsilly, Lamé-Fleury, Roger, Bère et Arnoux, élèves-ingénieurs hors de concours, sont nommés ingénieurs ordinaires de troisième classe.

Par arrêté du ministre, en date du 2 *mars* 1849, —

M. Hanet-Cléry, élève-ingénieur des mines de première classe, est chargé du service du sous-arrondissement de Rive-de-Gier, en remplacement de M. Flajolot.

Par décision du ministre, en date du 8 *mars* 1849, — M. Bertera, ingénieur des mines, est chargé de procéder, sous la direction de M. l'ingénieur en chef des ponts-et-chaussées du département de l'Indre, aux études géologiques relatives au projet d'assainissement de la Brenne.

Par décision du ministre, en date du 15 *mars* 1849, — M. Champion est nommé professeur d'anglais à l'Ecole des mines, en remplacement de M. Garsten, démissionnaire.

Par décision du ministre, en date du 6 *avril* 1849, — M. Bertera, ingénieur des mines, est désigné, d'après la demande de M. le ministre de l'agriculture et du commerce, pour diriger, de concert avec le génie militaire, l'exécution des travaux auxquels doit donner lieu la concession d'eau de Vichy à l'hôpital militaire.

Par décision du ministre, en date du 20 *avril* 1849, — un congé de deux mois est accordé à M. Gras, ingénieur en chef des mines à Grenoble, pour le mettre à même de se rendre en Portugal, à l'effet d'y procéder à l'examen de travaux de recherche de mines de plomb et de cuivre, ainsi qu'à la direction de travaux de lavage de sables aurifères, exécutés par une compagnie française.

Par arrêté du ministre, en date du 30 *avril* 1849, — les deux départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales dont se compose le sous-arrondissement de Carcassonne sont réunis au service de l'ingénieur ordinaire en résidence à Montpellier; — les deux gardes-mines de Montpellier et d'Arles-sur-Tech sont chargés de suppléer, au besoin, l'ingénieur ordinaire, dans le service du département de l'Aude.

Par décision du ministre, en date du 26 *mai* 1849, — M. Delaunay, ingénieur des mines, professeur de dessin et de géométrie descriptive appliquée, à l'Ecole nationale des mines, est chargé de la direction des travaux de lever des plans à ladite Ecole.

Par arrêté du ministre, en date du 28 *mai* 1849, — M. Boulanger, ingénieur en chef des mines, est chargé,

en remplacement de M. Bineau, nommé représentant du peuple, du service de contrôle et de surveillance des chemins de fer de Paris à Strasbourg, de Paris en Belgique y compris les embranchements sur Calais et Dunkerque, d'Amiens à Boulogne, de Creil à Saint-Quentin.

Par arrêté du ministre, en date du 7 juin 1849, — M. Lechâtelier, ingénieur des mines, est chargé du service du matériel et de la traction sur le chemin de fer de Chartres.

Par arrêté du ministre, en date du 11 juin 1849, — M. Piérard, ingénieur des mines, est chargé par intérim, en remplacement de M. Boulanger, décédé, du service de surveillance et de contrôle des chemins de fer de Paris à Strasbourg, de Paris en Belgique y compris les embranchements sur Calais et Dunkerque, d'Amiens à Boulogne, de Creil à Saint-Quentin.

Par arrêté du ministre, en date du 27 juin 1849, — M. Lechâtelier, ingénieur des mines, est chargé, en remplacement de M. Boulanger, décédé, du service de surveillance et de contrôle des chemins de fer de Paris à Strasbourg, de Paris en Belgique y compris les embranchements sur Calais et Dunkerque, d'Amiens à Boulogne, de Creil à Saint-Quentin. Il remplira les fonctions d'ingénieur en chef.

ALGÉRIE.

Par décision du ministre de la guerre, en date du 16 juin 1849, — les trois arrondissements minéralogiques créés en Algérie par la décision du 17 avril 1847 (1), cessent d'être placés sous les ordres d'un ingénieur en chef, centralisant le service des mines à Alger : ils seront confiés chacun à un ingénieur en chef ou à un ingénieur ordinaire ayant le titre de chef de service, correspondant directement avec le préfet pour les affaires en territoire civil, et avec le général commandant la division pour celles en territoire militaire.

---

(1) Voir cette décision, tome XIII, p. 801, 4e série, des *Annales des mines*.

Arrêté du Ministre de la guerre, en date du 29 juin 1849.

Le ministre de la guerre,

Vu l'arrêté ministériel du 27 décembre 1848, réglant en dernier lieu les traitements et accessoires de traitement des inspecteurs, des ingénieurs des mines, des gardes-mines et des manipulateurs de chimie en mission ou employés en Algérie;

Vu la loi de finances du 19 mai 1849, portant fixation du budget des dépenses pour l'exercice 1849,

Arrête :

Art. 1er. Les traitements et accessoires de traitement des inspecteurs, des ingénieurs des mines, des gardes-mines et des manipulateurs de chimie en mission ou employés en Algérie, sont fixés conformément au tableau ci-annexé.

Art. 2. Sont et demeurent abrogées toutes les dispositions contraires à celles du présent arrêté, qui recevra son exécution à partir du 1er juin courant.

Art. 3. Le Gouverneur général de l'Algérie est chargé de la promulgation et les préfets sont chargés de l'exécution du présent arrêté.

Signé RULLIÈRE.

TABLEAU indiquant les traitements et accessoires de traitement du personnel des mines en Algérie, annexé à l'arrêté ministériel du 29 *juin* 1849.

GRADES.		TRAITEMENT en France.	SUPPLÉMENT colonial, 1/4 en sus.	FRAIS de déplacement et de tournées.	FRAIS de bureau.	TOTAL PAR AN.	OBSERVATIONS.
		par mois.		par mois.			
Inspecteurs généraux.	1re classe.	1.000	»	1.200	»	»	
	2e cl. . .	750	»				
		par an.	par an.	par an.	par an.		
Ingénieurs en chef. .	1re classe.	5.000	1.250	3.500	1.500	11,250	
	2e cl. . .	4.500	1.125			10.625	
Ingénieurs ordinaires, f. fonct. d'ingénieurs en chef.	1re classe.	3.000	750			8.750	
	2e cl. . .	2.500	625			8.125	
Ingénieurs ordinaires.	1re classe.	3.000	750	2.750	750	7.250	
	2e cl. . .	2.500	625			6.625	
	3e cl. . .	1.800	450			5.750	
Élèves.		1.800	450			5.750	
Gardes-mines.	1re classe.	1.800	450	600	»	2.850	
	2e cl. . .	1.500	375			2.475	
	3e cl. . .	1.200	300			2.100	
Manipulateurs de chimie. . . .	1re classe.	»	»	»	»	2.800	
	2e cl. . .	»	»	»	»	2.400	
	3e cl. . .	»	»	»	»	2.000	

Paris, le 29 juin 1848.

Signé RULLIÈRE.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

ÉTAT GÉNÉRAL DU PERSONNEL DES MINES,

AU 1er JUILLET 1849.

M. T. LACROSSE ✻, *MINISTRE.*

M. BOULAGE (O ✻), *SECRÉTAIRE GÉNÉRAL,*

ADMINISTRATION CENTRALE.

DIVISION DU PERSONNEL.

MM.

BOULAGE (O ✻), Secrétaire général, chargé de la division du Secrétariat général et du Personnel.

NANTA ✻, Chef de bureau.

DIVISION DES MINES.

SALOMON ✻, Chef de division.

1er *Bureau*. Recherche et concession des mines.—Études de terrains, topographies souterraines.—Surveillance des mines, minières, tourbières, carrières.—Sociétés anonymes et autres. — Secours, encouragements. — Machines et bateaux à vapeur.

JABINEAU ✻, Chef de bureau.

2e *Bureau*. Usines métallurgiques. — Réunion des documents statistiques sur les mines et usines.—Comptes rendus.—Annales des mines.—Cartes géologiques. —Collections.—Laboratoires de chimie.—Redevances des mines. — Questions de douanes, d'octrois. — Questions techniques, etc.

Ce bureau est placé sous la direction du chef de la division.

DIVISION DE LA COMPTABILITÉ.

GAUTIER-DAGOTY ✻, Chef de division.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le Conseil est présidé par le Ministre; les Inspecteurs généraux, présents au Conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

CORDIER (C ✵), Membre de l'Académie des Sciences, chargé de présider le Conseil en l'absence du Ministre, rue Cuvier, n° 25.

DE BONNARD (C ✵), Membre de l'Académie des Sciences, rue Neuve-des-Mathurins, n° 6.

MIGNERON (O ✵), rue de Grenelle-Saint-Germain, n° 117.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

CHÉRON (O ✵), rue Saint-Georges, n° 23.

DUFRÉNOY (O ✵), Membre de l'Académie des Sciences, rue d'Enfer, n° 34.

ÉLIE DE BEAUMONT (O ✵), Membre de l'Académie des Sciences, rue de Sèvres, n° 17.

THIRRIA (O ✵), rue de Vaugirard, n° 28.

COMBES (O ✵), Membre de l'Académie des Sciences, rue du Regard, n° 3.

INGÉNIEUR EN CHEF, SECRÉTAIRE DU CONSEIL.

LEVALLOIS ✵, rue de Verneuil, n° 9.

COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR.

MM.

CORDIER (C ✻), Inspecteur général des Mines, Membre de l'Académie des Sciences, *Président*.
DE BONNARD (C ✻), Inspecteur général des Mines, Membre de l'Académie des Sciences.
KERMAINGANT (C ✻), Inspect. gén. des Ponts-et-Ch. (en retraite).
THIRRIA (O ✻), Inspecteur général des Mines.
COMBES (O ✻), Insp. gén. des Mines, Membre de l'Acad. des Sciences.
LAMÉ ✻, Ing. en ch. des Mines, Membre de l'Académie des Sciences.
MARY (O ✻), Inspecteur divisionnaire des Ponts-et-Chaussées.
BINEAU (O ✻), Ing. en ch. des Mines, Memb. de l'Assemblée législative.
BÉLANGER ✻, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées.
REGNAULT ✻, Ing. en ch. des Mines, Membre de l'Acad. des Sciences.
LORIEUX ✻, Ing. en ch. des Mines, *Secrétaire*, rue Taranne, n° 10.
PHILLIPS, Ingénieur ordinaire, *Secrétaire-adjoint*, rue Blanche, n° 8.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

CORDIER (C ✻), Inspecteur général, *Président*.
DE BONNARD (C ✻), Inspecteur général.
MIGNERON (O ✻), Inspecteur général.
CHÉRON (O ✻), Inspecteur général.
DUFRÉNOY (O ✻), Inspecteur général, Directeur de l'École des Mines.
ÉLIE DE BEAUMONT (O ✻), Inspecteur général, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur à l'École des Mines.
COMBES (O ✻), Inspecteur général, Professeur à l'Ecole des Mines.
THIRRIA (O ✻), Inspecteur général.
LEVALLOIS ✻, Ing. en chef, Secrétaire du Conseil général des Mines.
DE BOUREUILLE ✻, Ing. en ch., Chef de la division des Chemins de fer.
DE CHEPPE (O ✻), Chef de division en retraite.
LE PLAY ✻, Ingénieur en chef, Professeur à l'École des Mines.
DE SÉNARMONT ✻, Ing. en chef, Prof. à l'Éc. des Mines.
REYNAUD, Ingénieur ordinaire, Professeur à l'École des Mines.
COUCHE, Ingénieur ordinaire, Professeur à l'École des Mines.
EBELMEN ✻, Ingénieur ordinaire, Professeur à l'École des Mines.
SALOMON ✻, Chef de la division des Mines.
DEBETTE, Ingénieur ordinaire, *Secrétaire*, rue de Larochefoucault, 43.

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

MIGNERON (O ✻), Inspecteur général, *Président*.
THIRRIA (O ✻), Inspecteur général.
CHEVALIER (Michel) (O ✻), Ingénieur en chef.
DE CHEPPE (O ✻), Chef de division en retraite.
LEVALLOIS ✻, Ing. en chef, Secrétaire du Conseil général des Mines.
SALOMON ✻, Chef de la division des Mines.
LE PLAY ✻, Ingénieur en chef, *Secrétaire*, rue Belle-Chasse, 10.

INSPECTIONS GÉNÉRALES DU SERVICE DES MINES.

Désignation des inspections.	Départements qui composent chaque inspection.	Inspecteurs généraux.
Nord.	Seine, Seine-et-Oise, Loiret, Seine-et-Marne, Nord, Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Oise.	DUFRÉNOY (O ✱).
Nord-Est. .	Ardennes, Meuse, Marne, Aube, Yonne, Meurthe, Moselle, Bas-Rhin, Vosges, Haut-Rhin. . .	COMBES (O ✱).
Est.	Haute-Saône, Haute-Marne, Côte-d'Or, Saône-et-Loire, Ain, Doubs, Jura.	CHÉRON (O ✱).
Centre. . . .	Loire, Rhône, Cantal, Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Cher, Allier, Nièvre.	THIRRIA (O ✱).
Sud-Est. . .	Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Var, Basses-Alpes, Corse, Isère, Hautes-Alpes, Drôme, Ardèche, Lozère, Gard, Hérault, Aude, Pyrénées-Orientales.	DE BONNARD (C ✱).
Sud-Ouest. .	Lot-et-Garonne, Dordogne, Corrèze, Lot, Aveyron, Tarn-et-Garonne, Tarn, Haute-Garonne, Ariége, Gironde, Landes, Basses-Pyrénées, Gers, Hautes-Pyrénées.	CORDIER (C ✱).
Ouest.	Vienne, Creuse, Haute-Vienne, Charente, Charente-Inférieure, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Indre, Loire-Inférieure, Vendée, Deux-Sèvres, Maine-et-Loire.	MIGNERON (O ✱).
Nord-Ouest.	Seine-Inférieure, Eure, Eure-et-Loir, Manche, Calvados, Orne, Sarthe, Mayenne, Ille-et-Vilaine, Côtes-du-Nord, Morbihan, Finistère.	ÉLIE DE BEAUMONT (O ✱).

TABLEAU DU SERVICE DES MINES

PAR DIVISIONS, ARRONDISSEMENTS ET SOUS-ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
DIVISION DU NORD.			
DUFRÉNOY (O ✻), Inspecteur général de 2e classe.			
Arrondissement de Paris.			
JUNCKER (O ✻), Ingénieur en chef, 1re classe.			
De Fourcy ✻, 1re cl. Delesse, 2e cl.	Paris.	Seine.	Moklin, 3e cl. Thouvenin, 4e cl. Roy, 2e cl. Makowiecki, 2e cl.
Callon, 1re cl.	Paris.	Seine-et-Oise Loiret. Seine-et-Marne.	
Marsilly, 3e cl.	Amiens.	Somme. Aisne. Oise.	
Arrondissement de Valenciennes.			
BOUDOUSQUIÉ ✻, Ing. en chef, 2e cl.			
Meugy, 2e cl.	Lille.	Nord.—Arr. de s.-préf. de Lille, Avesnes, Hazebrouk, et Dunkerque, moins les app. à vapr de l'arr. d'Avesnes.	Lévy, 1re cl.
Comte, 1re cl.	Valenciennes.	Nord. — Bassin houiller et arr. de s. préfect. de Valenciennes.	
Service fait par l'ing. en chef.	Douai.	Nord.— Arr. de s.-préf. de Douai et de Cambrai, y compris les app. à vapr de l'arr. d'Avesnes.	Heuse, 4e cl.
Dusouich, 1re cl.	Arras.	Pas-de-Calais.	

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
DIVISION DU NORD-EST.			
COMBES (O ✳), Inspecteur général de 2e classe.			
Arrondissement de Troyes.			
REVERCHON ✳, Ingénieur en chef, 2e classe.			
Peschart d'Ambly, 3e cl.	Mézières.	Ardennes.	Lamoriette, 4e cl. Brisset, 4e cl.
		Meuse.	Huppé, 3e cl.
Service fait par l'ing. en chef. . .	Troyes.	Marne. . . . . Aube. . . . . Yonne.	Ducas, 2e cl. Pestelard, 3e cl.
Arrondissement de Strasbourg.			
DE BILLY ✳, Ingénieur en chef, 1re classe.			
Daubrée, 1re cl. . . .	Strasbourg. . .	Bas-Rhin	Lebas, 2e cl.
Furiet, 2e cl.	Colmar.	Haut-Rhin. . . . . . Vosges.	Durrbach, 2e cl. Audoire, 3e cl.
Jacquot, 2e cl. . . .	Metz.	Meurthe. . . . . . . Moselle	Garnier, 3e cl.
DIVISION DE L'EST.			
CHÉRON (O ✳), Inspecteur général de 2e classe.			
Arrondissement de Chaumont.			
GUILLOT-DUHAMEL, Ingénieur en chef, 2e classe.			
N.	Vesoul.	Haute-Saône.	Paufert, 2e cl. Noury, 4e cl.
Bère, 3e cl.	Dijon.	Haute-Marne	Chambrette, 3e cl. Roze, 4e cl.
		Côte-d'Or.	Tournois, 3e cl. Lauchet, 4e cl.
Arrondissement de Châlon.			
DELSÉRIÈS (O ✳), Ingénieur en chef, 1re classe.			
Mœvus, 1re cl. . . .	Châlon.	Saône-et-Loire. . . . Ain.	Mairet, 2e cl. Heuret, 3e cl.
Boyé, 2e cl.	Besançon. . . .	Doubs. Jura.	

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.

DIVISION DU CENTRE.

THIRRIA (O ✻), Inspecteur général de 2e classe.

Arrondissement de Saint-Étienne.

DROUOT ✻, Ingénieur en chef, 2e classe.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
Labrosse-Luuyt, 3e cl.	Saint-Étienne. .	Loire.—Moins le territ. houiller de Rive-de-Gier.	Koss, 1re cl. Clère, 4e cl.
Hanet-Cléry, él. 1re cl.	Rive-de-Gier. . .	Loire.—Territ. houiller de Rive-de-Gier et concession de St-Chamond.	Bayon ✻, 1re cl. Laurent, 3e cl.
Guillebot de Nerville, 1re cl.	Lyon.	Rhône.	Blanpied, 1re cl.

Arrondissement de Clermont.

BAUDIN ✻, Ingénieur en chef, 2e classe, à Moulins.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
Chatelus, 1re cl. . .	Clermont. . . .	Cantal. Puy-de-Dôme. . . . Haute-Loire.	Jusseraud, 1re cl.
Service fait par l'ing. en chef. . .	Moulins.	Allier.	Faugière, 2e cl.
Bertera, 2e cl.. . . .	Bourges.	Cher. . . . . Nièvre.	Briotet, 3e cl. Skoczynski, 4e cl.

DIVISION DU SUD-EST.

DE BONNARD (C ✻), Inspecteur général de 1re classe.

Arrondissement de Grenoble.

GRAS ✻, Ingénieur en chef, 2e classe.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
Diday, 1re cl. . . .	Marseille. . . .	Bouches-du-Rhône. Vaucluse.	Grand, 2e cl.
Meissonnier, 2e cl. .	Draguignan. . .	Var. Basses-Alpes. Corse.	
Roger, 3e cl. . . .	Grenoble. . . .	Isère. . . . . Hautes-Alpes . . . . Drôme.	Bernard, 2e cl. Mercanton, 3e cl. Albert, 3e cl.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements	Gardes-mines.
		DIVISION DU SUD-EST (*suite*).	
		Arrondissement d'Alais.	
		THIBAUD ✻, Ingénieur en chef, 1re cl.	
Dupont, 2e cl. . . .	Alais.	Gard.	Barnier, 3e cl. Ranchon, 4e cl.
Arnoux, 3e cl. . . .	Privas.	Ardèche. Lozère.	
Cacarrié, 2e cl.. . .	Montpellier. . .	Hérault.. . . . . . . Aude. . . . . Pyrénées-Orientales.	Rouët, 3e cl. Maintenon, 4e cl.
		DIVISION DU SUD-OUEST.	
		CORDIER (C ✻), Inspecteur général de 1re classe.	
		Arrondissement de Périgueux.	
		MANÈS ✻, Ingénieur en chef, 1re cl., à Bordeaux.	
Jutier, él. 1re cl. . .	Périgueux. . . .	Dordogne. . . . . . Corrèze.	Canaly, 3e cl.
Service fait par l'ing. en chef. .	Bordeaux. . . .	Gironde. Lot-et-Garonne. . .	Chadeffaud, 3e cl. Orlowski, 2e cl.
		Arrondissement de Villefranche.	
		SENEZ ✻, Ing. en chef, 2e cl.	
Service fait par l'ing. en chef. .	Villefranche. . .	Lot. Tarn-et-Garonne. Tarn.	
Trautmann, 3e cl. .	Rodez.	Aveyron.	Bernard (A.), 1re cl.
		Arrondissement de Toulouse.	
		VÈNE ✻, Ingénieur en chef, 2e cl.	
Boucheporn ✻, 1re cl.	Toulouse. . . .	Haute-Garonne. Gers.	
Bossey, 2e cl. . . .	Pau.	Hautes-Pyrénées. Basses-Pyrénées. Landes.	
Benoît, 3e cl. . . .	Vic-Dessos. . .	Ariége.	Mercier (Z.), 2e cl.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.

DIVISION DE L'OUEST.

MIGNERON (O ✻), Inspecteur général de 1re classe.

Arrondissement de Poitiers.

GRUNER, Ing. en chef, 2e cl.

Service fait par l'ing. en chef.	Poitiers.	Vienne. Creuse. . . . . Haute-Vienne.	Mercier (J.), 4e cl.
Descottes, 2e cl. .	Tours.	Indre-et-Loire. . . . Loir-et-Cher. Indre.	Laplanche, 2e cl.

Arrondissement de Nantes.

MARROT ✻, Ingénieur en chef, 1re cl.

Service fait par l'ing. en chef.	Niort.	Charente. Charente-Inférieure. Deux-Sèvres.	Lecoat de Saint-Haouen ✻, 3e cl.
Bochet, 2e cl. . . .	Nantes..	Loire-Inférieure. . . Vendée.	Wolski, 1re cl. Rosset, 2e cl.
Lamé-Fleury, 3e cl. .	Angers..	Maine-et-Loire. . . .	Barret de Besse, 3e cl.

DIVISION DU NORD-OUEST.

ÉLIE DE BEAUMONT (O ✻), Inspecteur général de 2e classe.

Arrondissement de Rouen.

DE SAINT-LÉGER ✻, Ingénieur en chef, 2e cl.

Service fait par l'ing. en chef.	Rouen.	Seine-Inférieure. . . Eure. Eure-et-Loir.	Slawecki, 2e cl. Gosselin, 4e cl.
Harlé, 1re cl.	Caen.	Manche. Calvados. . . . . . . Orne.	Dunowski, 2e cl.

Arrondissement du Mans.

DE HENNEZEL ✻, Ing. en chef, 2e cl.

Renouf, 2e cl.. . . .	Laval.	Sarthe. . . . . Mayenne.	Legrand, 2e cl.
Durocher ✻, 2e cl.	Rennes.	Ille-et-Vilaine. . . . Côtes-du-Nord. Morbihan. Finistère.	Lalouette-Aljoar, 4e cl. Mathieu, 4e cl.

CARTE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE.

DUFRÉNOY (O ✻), Inspect. gén., chargé de la partie occidentale.
ÉLIE DE BEAUMONT (O ✻), Insp. général, chargé de la partie orientale.

CARTES GÉOLOGIQUES DÉPARTEMENTALES.

Départements.	Ingénieurs.
Ardèche.. . . .	VARIN.
Ariége.	Benoît.
Charente-Inför.	MANÈS ✻.
Cher.	Bertera.
Côte-d'Or. . . .	Guillebot de Nerville.
Dordogne. . . .	MARROT ✻.
Doubs..	Boyé.
Gironde.. . . .	Pigeon.
Ille-et-Vilaine..	Durocher ✻.
Indre.	Descottes.
Jura.	Boyé.
Loire.	GRUNER.
Loire-Infér. . .	Durocher ✻.
Loiret.	Lefébure de Fourcy ✻.
Marne.	Sauvage ✻.
Marne (Haute-).	GUILLOT-DUHAMEL.
Meurthe.. . . .	LEVALLOIS ✻.
Morbihan. . . .	Lefébure de Fourcy ✻.
Moselle.	REVERCHON ✻.
Nièvre.	Bertera.
Pas-de-Calais. .	Dusouich.
Puy-de-Dôme. .	BAUDIN.
Pyrénées (B^{sses}-).	Bossey.
Rhin (Bas-). . .	Daubrée.
Rhône.	Pigeon.
Saône-et-Loire.	MANÈS ✻.
Sèvres (Deux-).	Cacarrié.
Var.	De Villeneuve ✻.
Vosges.	DE BILLY ✻.

INGÉNIEURS EN DISPONIBILITÉ, EN RÉSERVE OU EN CONGÉ.

VARIN.	Ing. en ch. 2e cl.
LAMBERT (C.-J.) ✻.	Ing. en ch. 2e cl.
FOURNEL (O ✻). .	Ing. en ch. 2e cl.
Sagey.	Ing. ord. 1re cl.
De Villeneuve ✻.	Ing. ord. 1re cl.
Houpeurt.	Ing. ord. 2e cl.
De Lamotte. . . .	Ing. ord. 2e cl.
Martha-Becker. . .	Ing. ord. 2e cl.
Piot.	Ing. ord. 2e cl.
Gauldrée-Boilleau. .	Ing. ord. 3e cl.
Bertrand.	Élève-Ingén.
De Marignac. . . .	Élève-Ingén.

INGÉNIEURS REPRÉSENTANTS DU PEUPLE.

BINEAU (O ✻). . Ingénieur en chef 1re classe.

PROMOTIONS

DU 1er JUILLET 1848 AU 1er JUILLET 1849.

PROMOTION D'INGÉNIEUR ORDINAIRE DE 1re CLASSE AU GRADE D'INGÉNIEUR EN CHEF DE 2e CLASSE.

Arrêté du 15 août 1848.

Sauvage ✻.

PROMOTION D'ÉLÈVES-INGÉNIEURS AU GRADE D'INGÉNIEUR ORDINAIRE DE 3e CLASSE.

Arrêté du 21 août 1848.

Benoît.
Tournaire.
Peschart-D'Ambly.
Labrosse-Luuyt.

Arrêté du 1er mars 1849.

Marsilly.
Lamé-Fleury.
Roger.
Bère.
Arnoux.

ÉCOLE NATIONALE DES MINES.

RUE D'ENFER, N° 34.

ADMINISTRATION.

MM.

DUFRÉNOY (O ✻), Inspecteur général, Directeur de l'École.
LE PLAY ✻, Ingénieur en chef 1re cl., Inspecteur des études.

ENSEIGNEMENT.

DE SÉNARMONT ✻, Ing. en ch. 2e cl.	Professeur.	Minéralogie.
ÉLIE DE BEAUMONT (O ✻), Inspect. général 2e cl.	*idem.*	Géologie.
COMBES (O ✻), Insp. gén. 2e cl. .	*idem.*	Exploitation.
LE PLAY ✻, Ing. en chef 1re cl. .	*idem.*	Minéralurgie.
EBELMEN ✻, Ing. ord. 1re cl. . . .	*idem.*	Docimasie.
COUCHE, Ing. ordin. 1re cl.	*idem.*	Chemins de fer et construction.
DELAUNAY, Ing. ordin. 2e cl. . . .	*idem.*	Dessin et Géométrie descript. appliquée.
REYNAUD, Ing. ord. 2e cl.	*idem.*	Économie et législa- des mines.

DE CHANCOURTOIS, Ing. ord. 2e cl. — Géométrie descriptive appliquée. — Calcul infinitésimal. — Dessin. — Lever de plans.
RIVOT, Ing. ord. 2e cl.— Directeur du laboratoire, chargé du Cours de Chimie préparatoire pour les Élèves-externes.
CALLON, Ing. ord. 1re cl., Professeur suppléant d'exploitation.
BAYLE, Ingénieur ordinaire 2e cl., chargé de leçons sur la Paléontologie.
BERTHIER (O ✻), Insp. gén. en retraite, Professeur honoraire.

COLLECTIONS, BIBLIOTHÈQUE.

LE PLAY ✻, Ingénieur en chef, Conservateur.
BAYLE, Ingénieur ordinaire 2e cl., Adjoint au Conservateur.
Buchère, Rédacteur, Secrétaire de l'École.
Adelmann, Gardien des collections.
Micheleau, Gardien de la bibliothèque, chargé des appels.
Vacher, commis expéditionnaire.
Pons, *idem.*

BUREAU D'ESSAIS POUR LES SUBSTANCES MINÉRALES.

RIVOT, Ingén. ordin., d. n., chargé de la direction des essais.
Daguin, Aide de laboratoire.

SERVICE DE SANTÉ.

Lacroix (O ✻), Médecin-Chirurgien.

CONSEIL CENTRAL DES ÉCOLES DE MINES.

L'École des Mines de Paris, l'École des Mineurs de Saint-Étienne et l'École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais, sont placées, en ce qui concerne l'enseignement, sous la direction du Conseil central des Écoles de Mines.

Le Conseil est composé des huit Inspecteurs généraux du corps des Mines, des Ingénieurs-Professeurs à l'École de Paris et des Ingénieurs en chef en service à Paris.

Les Directeur et Professeurs des Écoles de Saint-Étienne et d'Alais assistent au Conseil avec voix délibérative lorsqu'ils se trouvent à Paris en vertu d'une autorisation régulière.

Le Conseil est présidé par le Ministre.

CORDIER (C ✻), Inspecteur général, *Vice-Président*.
DE BONNARD (C ✻), *idem*.
MIGNERON (O ✻), *idem*.
CHÉRON (O ✻), *idem*.
DUFRÉNOY O ✻, *idem*.
ÉLIE DE BEAUMONT (O ✻), *idem*.
COMBES (O ✻), *idem*.
LE PLAY ✻, Ing. en chef, Professeur, Inspecteur des études.
DE SÉNARMONT ✻, Ing. en chef, Professeur.
EBELMEN ✻, Ing. ordin. *idem*.
COUCHE, *idem*, *idem*.
REYNAUD, *idem*, *idem*.
JUNCKER (O ✻), Ingénieur en chef.
LORIEUX ✻, *idem*.
Les fonctions de Secrétaire sont remplies par M. LE PLAY, Ingén. en chef, Inspecteur des études.
MM. RIVOT et BAYLE, Ingén. ordin., prennent part aux travaux du Conseil central avec voix consultative.

ÉLÈVES INGÉNIEURS DES MINES.

PREMIÈRE CLASSE.

Flajolot.
Jutier.
Hanet-Cléry.
Méniolle de Cizancourt.
Moutard.
Coullard-Descos.
Lan.
Sens.
Cumenge.
Blavier ✻.
Castel.
Beudant.

DEUXIÈME CLASSE.

Dubois.
De l'Espée.
De Vassart.
Rocart.
De Saulses de Freycinet.
Lebleu.
Parran.
De Gouvenain.

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE

(Département de la Loire).

ADMINISTRATION.

ROUSSEL-GALLE ✠, Ing. en chef 1re cl., Directeur de l'École.

ENSEIGNEMENT.

FÉNÉON, Ing. en chef 2e cl.	Professeur.	Minéralogie et Géologie.
TOURNAIRE, Ing. ord. 3e cl.	*idem.*	Préparation mécanique et Machines ; Exploitation et Construction.
FLAJOLOT, élève 1re cl. . . .	*idem.*	Chimie et Métallurgie.
Janicot, Répétiteur de chimie, Préparat. .		Arithmétique et Comptabilité.
Duhaut, Répétiteur, 1er Surveillant des études.		Géométrie, Lever de plans et Dessin.

Buffenoir, Répétiteur, 2e Surveillant des études.

CONSEIL DE L'ÉCOLE.

Le conseil de l'École est composé de l'Ingénieur en chef, Directeur, et des trois Ingénieurs chargés de l'enseignement.

ÉCOLE DES MAITRES-OUVRIERS-MINEURS D'ALAIS

(Département du Gard).

Cette École est placée sous l'Inspection de l'Ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique d'Alais.

DUPONT, Ing. ordin.,	2e cl. . .	Directeur de l'École.
Cogniet, garde-mines,	2e cl. . .	Répétiteur, 1er Sous-Maître.
Ranchon, *idem.*	4e cl. . .	Répétiteur, 2e Sous-Maître.
Estivalet..		Surveillant des études.

TABLEAU PAR ANCIENNETÉ,

DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE, PAR DATE DE PROMOTION,

DES INGÉNIEURS DU CORPS DES MINES.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

27 avril 1832.

Cordier (C ✻).

14 septembre 1835.

De Bonnard (C ✻).

20 mai 1840.

Migneron (O ✻).

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

22 mars 1848.

Chéron (O ✻).
Dufrénoy (O ✻).
Élie de Beaumont (O ✻).
Thirria (O ✻).
Combes (O ✻).

INGÉNIEURS EN CHEF DE PREMIÈRE CLASSE.

26 décembre 1836.

Roussel-Galle ✻.
Delsériès (O ✻).

5 mai 1840.

Levallois ✻.

10 mai 1841.

Juncker (O ✻).

28 décembre 1846.

Thibaud ✻.
Lamé ✻.

24 mars 1848.

Bineau (O ✻).

1er juin 1848.

Manès ✻.
Marrot ✻.
Lorieux ✻.
De Billy ✻.
Le Play ✻.

INGÉNIEURS EN CHEF DE DEUXIÈME CLASSE.

21 septembre 1837.

Clapeyron ✻.

7 mai 1840.

Blavier ✻.
Fénéon.

9 décembre 1840.

Chevalier (Michel) (O ✻).

18 mars 1842.

De Saint-Léger ✻.
Varin.

1er mai 1843.

Vène ✻.

5 janvier 1844.

Fournel (O ✻).
Garella (O ✻).

1er janvier 1845.

Drouot ✻.

1er décembre 1845.

Guillot-Duhamel.
Gras ✻.
Reverchon ✻.
De Boureuille ✻.

10 février 1847.

Baudin.

8 août 1847.

Boudousquié ✻.
Senez ✻.
Gruner.
Lambert ✻.

7 septembre 1847.

Regnault ✻.

18 février 1848.

De Hennezel ✻.

22 mars 1848.

De Sénarmont ✻.

29 avril 1848.

François ✻.

18 août 1848.

Sauvage ✻.

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE PREMIÈRE CLASSE.

26 décembre 1836.

De Villeneuve ✻.

26 janvier 1839.

Sagey.
Gervoy ✻.

23 décembre 1845.

Harlé.
Lefébure de Fourcy ✻.

8 mars 1847.

Dusouich.
Diday.
Mœvus.

25 juin 1847.

Chatelus.
Ebelmen ✻.
Bertrand de Boucheporn ✻.

1er juin 1848.

Daubrée.
Sentis.
Callon.
Lechâtelier ✻.
Couche.
Comte.
Guillebot de Nerville.

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE DEUXIÈME CLASSE.

4 juillet 1830.

Reynaud.
Transon.

1er novembre 1833.

Vergnette de Lamotte.

29 juin 1836.

Martha-Becker.

30 janvier 1839.

Declerck.

7 mai 1840.

Pigeon.

25 juin 1843.

Durocher ✻.
Boyé.
Delaunay.

15 juin 1844.

Cacarrié.
Piérard.
Piot

12 avril 1845.

Audibert.
Jacquot.
Delesse.
Descottes.
Dupont.
Meugy.
Furiet.
Meissonnier.

8 octobre 1846.

Ville.
Gentil.

10 février 1847.

Debette.
Bertera.
Bayle.
De Chancourtois.
Renouf.

14 octobre 1847.

Dubocq.
Bossey.

20 mars 1848.

Rivot.
Phillips.
Houpeurt.

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE TROISIÈME CLASSE.

31 mars 1848.

Gauldrée-Boilleau.
Trautmann.
Bochet.

31 août 1848.

Benoît.
Tournaire.
Peschart d'Ambly.
Labrosse-Luuyt.

1er mars 1849.

Marsilly.
Lamé-Fleury.
Roger.
Bère.
Arnoux.

ÉLÈVE-INGÉNIEUR HORS DE CONCOURS.

23 mai 1846.

Bertrand.

LISTE GÉNÉRALE
ET ALPHABÉTIQUE
DES INGÉNIEURS DU CORPS DES MINES.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
A		
Ambly. *Voir* Peschart.		
Arnoux.	ing. ord. 3e cl. . .	Privas.—Div. du sud-est.
Audibert.	ing. ord. 2e cl. . .	*Chemin de fer concédé de Marseille à Avignon.*
B		
Baudin	ing. en ch. 2e cl.	Moulins. – Div. du centre.
Bayle.	ing. ord. 2e cl. . .	Paris. — École des mines.
Beaumont (de). *Voir* Elie.		
Benoit.	ing. ord. 3e cl. .	Vic-Dessos.—Div. du sud-ouest.
Bère.	ing. ord. 3e cl. .	Dijon.—Div. de l'est.
Bertera.	ing. ord. 2e cl. . .	Bourges.—Div. du centre et serv. ex.
Bertrand.	élève hors de conc.	École polytechnique.
Bertrand de Boucheporn ✻.	ing. ord. 1re cl. .	Toulouse.—Div. du sud-ouest.
Beudant.	élève 1re cl. . . .	A l'École.
Billy (de) ✻.	ing. en ch. 2e cl.	Strasbourg. — Div. du nord-est et serv. extr.
Bineau (O ✻).	ing. en ch. 1re cl.	*Représentant du peuple.*
Blavier ✻.	ing. en ch. 2e cl.	Mines d'Anzin. (Service part.)
Blavier (Émile) ✻. . .	élève 1re cl. . . .	A l'École.
Bochet.	ing. ord. 3e cl. .	Nantes.—Div. de l'ouest.
Boilleau. *V.* Gauldrée.		
Bonnard (de) (C ✻). .	insp. gén. 1re cl.	Paris.—Division du sud-est.
Bossey.	ing. ord. 2e cl. . .	Pau.—Div. de sud.
Boucheporn (de). *Voir* Bertrand.		
Boudousquié ✻. . . .	ing. en ch. 2e cl.	Valenciennes. — Div. du nord et serv. extr.
Boureuille (de) ✻. . .	ing. en ch. 2e cl.	Paris.—Administration centrale.
Boyé.	ing. ord. 2e cl. .	Besançon.—Div. de l'est.
C		
Cacarrié.	ing. ord. 2e cl. . .	Montpellier. — Div. du sud-est et service extr.
Callon.	ing. ord. 1re cl.. .	Paris —Div. du nord et Éc. des mines
Castel.	élève 1re cl	A l'École.
Chancourtois (de). . .	ing ord. 2e cl. . .	École des mines.
Chatelus.	ing. ord. 1re cl. .	Clermont. – Div. du centre.
Chéron (O ✻).	insp. gén. 2e cl. .	Paris.—Division de l'est.
Chevalier (Mich.) (O ✻).	ing. en ch. 2e cl. .	Paris.—Comm. de statistique de l'industrie minérale.
Clapeyron ✻.	ing. en ch. 2e cl. .	*Ch. de fer concédés de Paris en Belgique et de Paris à St-Germain.*

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
Cléry. *Voir* Hanet.		
Combes (O ✻).....	insp. gén. 2e cl. .	Paris.—Division du nord-est.
Comines de Marsilly. .	ing. ord. 3e cl. .	Amiens.—Div. du nord.
Comte.........	ing. ord. 1re cl.. .	Valenciennes.—Div. du nord et s. ex.
Cordier (C ✻)......	insp. gén. 1re cl. .	Paris.—Division du sud-ouest.
Couche.........	ing. ord. 1re cl.. .	École des Mines.
Couillard-Descos....	élève 1re cl....	A l'école.
Cumenge........	élève 1re cl....	A l'école.
D		
Daubrée........	ing. ord. 1re cl.. .	Strasbourg.—Div. du nord-est.
Debette.........	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—Comm. des Ann. des mines.
Declerk.........	ing. ord. 2e cl. . .	Serv. part. (Decazeville).
Delaunay........	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—École des mines et Éc. polyt.
Delesse.........	ing. ord. 2e cl. .	Paris.—Div. du nord.
Delsériès (O ✻)....	ing. en ch. 1re cl..	Châlon.—Div. de l'est et serv. extr.
Descos. *V.* Couillard.		
Descottes........	ing. ord. 2e cl. .	Tours.—Div. de l'ouest et serv. extr.
Diday..........	ing. ord. 1re cl. .	Marseille.—Div. du sud-est.
Drouot ✻.......	ing. en ch. 2e cl.	St-Etienne.—Div. du centre et s. ext.
Dubocq.........	ing. ord. 2e cl. . .	Algérie.
Dubois.........	élève 2e cl.....	A l'École.
Dufrénoy (O ✻)....	inspect. gén. 2e cl.	Paris.—Div. du nord et Éc. des min.
Duhamel. *V.* Guillot.		
Dupont.........	ing. ord. 2e cl. .	Alais.—Éc. des maîtres-ouv.-min. et serv. ord. du s.-arrond. d'Alais.
Durocher ✻......	ing. ord. 2e cl.. .	Rennes.—Div. du nord-ouest.
Dusouich........	ing. ord. 1re cl. .	Arras.—Div. du nord.
E		
Ebelmen ✻.......	ing. ord. 1re cl. .	Paris. — Éc. des mines et manuf. nat. de Sèvres.
Elie de Beaumont (O✻).	insp. gén. 2e cl. .	Paris.—Division du nord-ouest.
F		
Fénéon.........	ing. en ch. 2e cl. .	Saint-Étienne.—École des mineurs.
Flajolot........	élève 1re cl. ...	Saint-Étienne.—École des mineurs.
Fleury. *Voir* Lamé.		
Fourcy (de). *Voir* Lefébure.		
Fournel (O ✻).....	ing. en ch. 2e cl. .	En disponibilité.
François ✻......	ing. en ch. 2e cl. .	En réserve.
'ariet.........	ing. ord. 2e cl. .	Colmar.—Div. du nord-est et serv. extr.
G		
Galle. *Voir* Roussel.		
Gallissart de Marignac.	élève........	En congé (Suisse).
Garella (O ✻).....	ing. en ch. 2e cl. .	Algérie.
Gauldrée-Boilleau. .	ing. ord. 3e cl. .	En réserve.
Gentil.........	ing. ord. 2e cl. . .	En congé.
Gervoy ✻.......	ing. ord. 1re cl. .	En congé.
Gouvenain (de).....	élève 2e cl.....	A l'École.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
Gras ✻	ing. en ch. 2e cl.	Grenoble.-Div. du sud-est et serv. sp.
Gruner	ing. en ch. 2e cl.	Poitiers.—Div. de l'ouest.
Guillebot de Nerville	ing. ord. 1re cl.	Lyon.—Div. du Centre.
Guillot-Duhamel	ing. en ch. 2e cl.	Chaumont.—Division de l'est.
H		
Hanet-Cléry	élève 1re cl.	Rive-de-Gier.—Div. du centre.
Harlé	ing. ord. 1re cl.	Caen.—Division du nord-ouest et serv. ext.
Hennezel (de) ✻	ing. en ch. 2e cl.	Le Mans.—Div. du nord-ouest.
Houpeurt	ing. ord. 2e cl.	En congé.
Hureau de Sénarmont ✻	ing. en ch. 2e cl.	Paris.—Éc. des Mines et École polyt.
J		
Jacquot	ing. ord. 2e cl.	Metz.—Div. du nord-est.
Juncker (O ✻)	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—Div. du nord et serv. spéc.
Jutier	élève 1re cl.	Périgueux.—Div. du sud-ouest.
L		
Labrosse-Luuyt	ing. ord. 3e cl.	St-Etienne.—Div. du centre et s. ext.
Lambert ✻	ing. en ch. 2e cl.	En congé (Égypte).
Lamé ✻	ing. en ch. 1re cl.	Com. des mach. à vap. et Ecole polyt.
Lamé-Fleury	ing. ord. 3e cl.	Angers.—Div. de l'ouest.
Lamotte (de). *Voir* Vergnette.		
Lan	élève 1re cl.	A l'École.
Lebleu	élève 2e cl.	A l'École.
Lechâtelier ✻	ing. ord. 1re cl.	Serv. spécial.
Lefébure de Fourcy ✻	ing. ord. 1re cl.	Paris.- Div. du nord et serv. spéc.
Le Play ✻	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—Ecole des mines et comm. de statist. de l'indust. minérale.
L'Espée (de)	élève 2e cl.	A l'École.
Levallois ✻	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—Cons. général des mines.
Lorieux ✻	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—Service spécial.
Luuyt. *V.* Labrosse.		
M		
Manès ✻	ing. en ch. 1re cl.	Bordeaux.—Div. du sud-ouest.
Marignac (de). *Voir* Gallissart.		
Marrot ✻	ing. en ch. 1re cl.	Angoulême.—Div. de l'ouest.
Marsilly. *V.* Comines.		
Martha-Becker	ing. ord. 2e cl.	En congé.
Meissonnier	ing. ord. 2e cl.	Draguignan.—Div. du sud-est.
Méniolle de Cizancourt	élève 1re cl.	A l'École.
Meugy	ing. ord. 2e cl.	Lille.—Div. du nord.
Migneron (O ✻)	insp. gén. 1re cl.	Paris.—Division de l'ouest.
Mœvus	ing. ord. 1re cl.	Châlon.—Div. de l'est.
Moutard	élève 1re cl.	A l'École.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
N		
Nerville (de). *Voir* Guillebot.		
P		
Parran.	élève 2e cl.	A l'École.
Peschart d'Ambly. . .	ing. ord. 3e cl. .	Mézières.—Div. du nord-est.
Phillips.	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—Service spécial.
Piérard.	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—Service spécial.
Pigeon.	ing. ord. 2e cl. . .	En congé.
Piot.	ing. ord. 2e cl. . .	En congé.
R		
Regnault ✻.	ing. en ch. 2e cl.	Com. des mach. à vap. et École polyt.
Renouf.	ing. ord. 2e cl. . .	Laval.—Div. du nord-ouest.
Reverchon ✻	ing. en ch. 2e cl. .	Troyes.—Div. du nord-est.
Reynaud.	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—École des mines.
Rivot.	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—Ecole des mines.
Rocart.	élève 2e cl. . . .	A l'École.
Roger.	ing. ord. 3e cl. .	Grenoble.—Div. du nord-est.
Roussel-Galle ✻. . . .	ing. en ch. 1re cl. .	Saint-Etienne.—École des mineurs.
S		
Sagey.	ing. ord. 1re cl. . .	En réserve.
Saint-Léger (de) ✻. . .	ing. en ch. 2e cl.	Rouen.—Div. du nord et serv. extr.
Saulses de Freycinet (de).	élève 2e cl. . . .	A l'École.
Sauvage ✻.	ing. en ch. 2e cl.	*Chemin de fer de Paris à Lyon.*
Sénarmont (de). *Voir* Hureau.		
Senez ✻.	ing. en ch. 2e cl.	Villefranche.—Div. du sud-ouest.
Sens	élève 1re cl. . . .	A l'École.
Sentis.	ing. ord. 1re cl. .	Paris.—Service spécial.
T		
Thibaud ✻.	ing. en ch. 1re cl.	Alais.—Div. du sud-est.
Thirria (O ✻).	insp. gén. 2e cl. . .	Paris.—Division du centre.
Tournaire.	ing. ord. 3e cl. .	École des mineurs de St-Étienne.
Transon.	ing. ord. 2e cl. . .	Ecole polytechnique.
Trautmann.	ing. ord. 3e cl. . .	Rodez.—Div. du sud.
V		
Varin.	ing. en ch. 2e cl. .	En réserve.
Vassart (de).	élève 2e cl. . . .	A l'École.
Vène ✻.	ing. en ch. 2e cl. .	Toulouse.—Div. du sud-ouest.
Vergnette de Lamotte.	ing. ord. 2e cl. . .	En congé.
Ville.	ing. ord. 2e cl. . .	Algérie.
Villeneuve (de) ✻. . .	ing. ord. 1re cl. . .	En congé.

INGÉNIEURS DE TOUS GRADES EN RETRAITE.

Noms.	Grades.	Résidences.	Départements.
MM.			
Héron de Villefosse.	insp. gén. . .	Paris.	Seine.
Guéuyveau.	insp. gén. .	Paris.	Seine.
Héricart de Thury.	insp. gén. . .	Paris.	Seine.
Berthier.	insp. gén. . .	Paris.	Seine.
Garnier.	insp. gén. . .	Paris.	Seine.
Gueymard.	ing. en ch. dir.	Grenoble. . . .	Isère.
Burdin.	ing. en ch. dir.	Clermont. . . .	Puy-de-Dôme. .
Trémery.	ing. en ch. dir.	Fontainebleau.	Seine-et-Marne.
Moisson-Desroches.	ing. en ch. . .	Paris.	Seine.
Poirier-Saint-Brice.	ing en ch. . .	Paris.	Seine.
Parrot.	ing. en ch. hon.	Montbéliard. .	Doubs.
Le Boullenger.	ing. ord. . . .	Rive-de-Gier. .	Loire.

VEUVES D'INGÉNIEURS PENSIONNÉES.

Noms et grades des maris.		Noms des veuves.	Résidences.	Départements.
MM.		Mesd.		
Allou.	ing. en ch. .	Fouillard. . . .	Paris. . . .	Seine.
Baillet.	insp. gén. hon.	Payn Duperron.	Paris. . . .	Seine.
Champeaux-Saucy (de).	ing. en ch .	Collins de Gevaudan.	Semur. . .	Côte-d'Or.
Clère.	ing. en ch. .	Pléjot.	Paris. . . .	Seine.
Collet-Decostils. . .	ing. en ch. .	Vintras.	Paris. . . .	Seine.
Cressac (de). . . .	ing. en ch. .	Lamarque. . . .	Poitiers. . .	Vienne.
D'Aubuisson. . . .	ing. en ch. dir.	Vignes de Puylaroque.	Toulouse. .	Hte-Garonne.
De Gallois.	ing. en ch. .	Larges.	St-Étienne.	Loire.
Furgaud.	ing. en ch. .	Michellet. . . .	Guéret. . .	Creuse.
Lelièvre.	insp. gén. . .	Ory.	Paris. . . .	Seine.

RETRAITES ET DÉCÈS.

DU 1er JUILLET 1848 AU 1er AOUT 1849.

RETRAITES.

» » »

DÉCÈS.

INGÉNIEURS DÉCÉDÉS EN ACTIVITÉ.

Lesbros.	élève ingén. 2e classe.	23 juillet 1848.
Boulanger.	ing. en chef 2e classe.	10 juin 1849.

LISTE GÉNÉRALE ET ALPHABÉTIQU

DES GARDE-MINES

EN ACTIVITÉ OU EN CONGÉ.

Noms des Garde-Mines.	Résidences.	Services.
A		
Albert, 3e cl.	Briançon. . .	Hautes-Alpes, serv. ord.
Audoire, 3e cl.	Épinal. . . .	Vosges, serv. ord.
B		
Badynski, 1re cl. . . .	»	Algérie.
Barnier, 3e cl.	Alais.	Gard, serv. ord.
Barret de Besse, 3e cl.	Angers. . . .	Maine-et-Loire, serv. ord.
Bayon ✻, 1re cl. . . .	Rive-de-Gier..	Loire, serv. ord.
Bernard (A.), 1re cl. .	Aubin	Aveyron, serv. ord.
Bernard (H.), 2e cl.. .	Allevard.. . .	Isère, serv. ord.
Bertrand de Lom, 3e cl.	»	En congé.
Blanpied, 1re cl. . . .	Lyon.	Rhône, bat. à vap. — Serv. ordin.
Bougarel, 3e cl. . . .	Paris.	Seine, mach. à vapeur.
Briotet, 3e cl.	Bourges . . .	Cher, min. et établ. métall.
Brisset, 4e cl.	Mézières. . .	Ardennes, serv. ord.
C		
Canaly, 3e cl..	Périgueux.. .	Dordogne, serv. ord.
Chadeffaud, 3e cl.. . .	Bordeaux. . .	Gironde, serv. ord.
Chambrette, 3e cl. . .	Chaumont. .	H.-Marne, minières et at. de lavage.
Christian, 2e cl. . . .	Paris.	Serv. spécial.
Clère, 4e cl.	St-Étienne. .	Loire, serv. ordin.
Cluny, 3e cl.	»	Algérie.
D		
Ducas, 1re cl.	Reims	Marne, serv. ord. et appar. à vap.
Dunowski, 2e cl. . . .	Caen.	Calvados, serv. ord.
Dürrbach, 2e cl. . . .	Colmar. . . .	H.-Rhin, appar. à vap. et serv. ord.
F		
Faugière, 2e cl.. . . .	Montluçon. .	Allier, serv. ord.

Noms des Garde-Mines.	Résidences.	Services.
Fragonard, 2e cl. . . .	Lille.	Service spécial.
Freynet, 2e cl.	»	Algérie.
G		
Gabriel, 4e cl.	Paris.	Machines à vapeur.
Garnier, 3e cl.	Metz.	Moselle, serv. ord.
Golembiowski, 2e cl..	Rouen. . . .	Service spécial.
Gosselin, 4e cl.	Fécamp. . . .	Seine-Infér., carrières de Fécamp.
Grand, 2e cl.	Marseille. . .	Bouches-du-Rhône, serv. ord.
Guillet, 4e cl..	»	En congé.
H		
Heuret, 3e cl.	Blanzy	Saône-et-Loire, serv. ord.
Heuse, 4e cl.	Valenciennes.	Nord, serv. ord.
Huppé, 3e cl..	Tréveray. . .	Meuse, serv. ord. et atel. de lavage.
Huvé, 2e cl..	»	En congé.
J		
Jusseraud, 1re cl. . . .	Brassac. . . .	Puy-de-Dôme, serv. ord.
K		
Koss, 1re cl.	Saint-Étienne.	Loire, topogr. souterraine.
L		
Lacombe, 2e cl. . . .	Amiens. . . .	Somme, service spécial.
Lalouette-Aljoar, 4e cl.	Redon	Ille-et-Vilaine, serv. ord.
Lamoriette, 4e cl. . .	Vouziers. . .	Ardennes, serv. ord.
Laplanche, 2e cl. . . .	Tours.	Indre-et-Loire, serv. ord.
Latil, 3e cl..	»	Algérie.
Lauchet, 4e cl.	Châtillon. . .	Côte-d'Or, serv. ord. et ateliers de lavage.
Laurent, 3e cl.	Rive-de-Gier.	Loire, serv. ord. et topog. souterr.
Lebas, 2e cl.	Strasbourg. .	Bas-Rhin, serv. ord. et mach. à vap.
Lecoat de St-Haouen ✱, 3e cl.	Angoulême. .	Charente et Char.-Inf, serv. ord.
Legrand, 2e cl.	Sablé.	Sarthe, serv. ord. et topog. souterr.
Lévy, 1re cl.	Valenciennes.	Nord, serv. ord. et mach. à vapeur.
M		
Maintenon, 4e cl.. . .	Arles-s.-Tech.	Pyrénées-Orientales, serv. ord.
Mairet, 2e cl.	Châlon. . . .	Saône-et-Loire, serv. ord.
Makowiecki, 2e cl. . .	Meaux. . . .	Seine-et-Marne, serv. ord. et mach. à vapeur.
Mathieu, 4e cl.	Rennes. . . .	Ille-et-Vilaine, serv. ord. et serv. sp.

Noms des Garde-Mines.	Résidences.	Services.
Martin, 2e cl.	Paris.	Service spécial.
Mercanton, 3e cl. . . .	Latour-du-Pin	Isère, serv. ord.
Mercier (J.), 4e cl. . .	Guéret.	Creuse, serv. ord.
Mercier (Z.), 2e cl. . .	Vicdessos. . .	Service spécial (mines de Rancié).
Mœvus, 2e cl.	»	Algérie.
Moklin, 3e cl.	Mennecy. . .	Seine-et-Oise, carrières et serv. ord.
N		
Noury, 4e cl.	Gray.	Haute-Saône, serv. ord.
O		
Orlowski, 2e cl.	Agen.	Lot-et-Garonne, bat. à vap.
P		
Paufert, 2e cl.	Vesoul. . . .	Haute-Saône, serv. ord.
Pestelard, 3e cl. . . .	Troyes. . . .	Aube, serv. ord.
R		
Ranchon, 4e cl. . . .	Alais.	École des maîtres ouvr. mineurs.
Rosset, 2e cl.	Fontenay. . .	Vendée.
Rouët, 3e cl.	Montpellier. .	Hérault, serv. ord.
Roy, 2e cl.	Paris.	Loiret et Seine-et-Marne, serv. ord.
Roze, 4e cl.	Vassy.	H.-Marne, minières et at. de lavage.
S		
Skoczynski, 4e cl. . .	Nevers. . . .	Nièvre, serv. ord.
Slawecki, 2e cl.	Rouen. . . .	Seine-Infér., serv. ord.
T		
Thouvenin, 4e cl. . . .	Versailles. . .	Seine-et-Oise, serv. ord.
Tournois, 3e cl.	Dijon.	Côte-d'Or, serv. ord.
W		
Wolski, 1re cl.	Nantes. . . .	Loire-Inf., serv. ord. et bat. à vap.

GARDE-MINES DÉCÉDÉS EN ACTIVITÉ.

Mallet, 3e cl. . Gray. . Haute-Saône. . 25 mars 1849.

INGÉNIEURS ET GARDE-MINES

ATTACHÉS AU SERVICE DE SURVEILLANCE ET DE CONTRÔLE DES CHEMINS DE FER CONCÉDÉS.

Désignation des Chemins de fer.	Ingénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Garde-Mines.
Abscon et Denain à Anzin et Denain à Samain.	Boudousquié ✱, 2e cl.	Comte, 1re cl. . . .	Lévy, 1re cl.
Alais à la Grand'Combe et à Beaucaire.	. . . . »	Dupont, 2e cl. . . .	Barnier, 3e cl.
Amiens à Boulogne.	Lechatelier ✱, f. f.	Piérard, 2e cl. . . .	Lacombe, 2e cl.
Andrezieux à Roanne.	Drouot ✱, 2e cl. . .	Labrosse-Luuyt, 3e cl.	Koss, 1re cl.
Bordeaux à la Teste.	Manès ✱, 1re cl. . . . . . . »	. . . . »	»
Chemin de fer du Centre. . . .	. . . . »	Bertera, 2e cl. . . .	Briotet, 3e cl.
Creil à Saint Quentin.	Lechatelier ✱, f. f., d. n.	Piérard, 2e cl., d. n.	Lacombe, 2e cl., d. n.
Marseille à Avignon.	. . . . »	Diday, 1re cl.	Grand, 2e cl.
Montereau à Troyes.	Reverchon ✱, 2e cl.	Couche, 1re cl. . . .	Pestelard, 3e cl.
Montbrison à Montrond.	Drouot ✱, 2e cl., d. n.	Labrosse-Luuyt, 3e cl. d. n.	Koss, 1re cl., d. n.
Montpellier à Nîmes.	. . . . »	Cacarrié, 2e cl. . . .	Rouët, 3e cl.
Montpellier à Cette.	. . . . »	*Idem*	*Idem.*
Mulhouse à Thann.	De Billy ✱, 1re cl.	Furiet, 2e cl.	Durrbach, 2e cl.
Orléans à Bordeaux.	. . . . »	Descottes, 2e cl. . .	Laplanche, 2e cl.
Paris en Belgique et Embranchements sur Calais et Dunkerque.	Lechatelier ✱, f. f., d. n.	Piérard, 2e cl., d. n.	Lacombe, 2e cl., d. n. Christian, 2e cl. Fragonard, 2e cl.
Paris à Orléans.	. . . . »	Bertera, 2e cl., d. n.	Martin, 2e cl.
Paris à Rouen. . . . . / à Saint-Germain. . . . . / à Sceaux. . . . . / à Versailles (riv. d. et r. g.)	. . . . »	Sentis, 1re cl. . . .	Golembiowski, 2e cl.
Paris à Strasbourg.	Lechatelier ✱, f. f. d. n.	Piérard, 2e cl., d. n.	Martin, 2e cl. d. n.
Rouen au Havre.	. . . . »	Sentis, 1re cl., d. n.	Golembiowski, 2e cl., d. n.
Rouen à Dieppe.	. . . . »	*Idem*	*Idem.*
Saint-Étienne à Lyon.	. . . . »	Guillebot de Nerville, 1re cl.	Blanpied, 1re cl.
Saint-Étienne à Andrézieux. . .	Drouot ✱, 2e cl., d. n.	Labrosse-Luuyt, 3e cl. d. n.	Koss, 1re cl., d. n.
Strasbourg à Bâle.	De Billy ✱, 1re cl. d. n.	Furiet, 2e cl., d. n.	Durrbach, 2e cl., d. n.
Tours à Nantes.	. . . . »	Descottes, 2e cl., d. n.	Laplanche, 2e cl. d. n.

Nota. Pour les diverses lignes où ne figurent pas des Ingénieurs en chef des Mines, le service de surveillance est placé sous la direction d'un Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées.

COMMISSIONS DE SURVEILLANCE

INSTITUÉES POUR LA NAVIGATION DES BATEAUX A VAPEUR (*).

ALLIER.

Baudin.	Ingénieur en chef des mines.	
Kleitz.	Ingénieur en chef du service spécial de la navig. de l'Allier.	Moulins.
Lagoust.	Ingénieur ord. du même service.	Moulins.
Chabas.	Ing. de l'arrondissement du Nort.	Moulins.
Rispal.	Profess. de mathématiques spéciales au lycée de Moulins.	Moulins.
Amard.	Professeur de mathématiques élém. au même lycée.	Moulins.
Holaind.	Chef de la division des trav. pub. à la la préfecture.	Moulins.

BOUCHES-DU-RHÔNE.

Toussaint.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Marseille.
Diday.	Ingénieur des mines.	Marseille.
Pascal.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Marseille.
Rouffio.	Commissaire de l'inscript. maritime.	Marseille.
Des Rousseaux. . . .	Capitaine de port.	Marseille.
Brun.	Sous-ingénieur de la marine.	Marseille.
Bazin.	Armateur de bateaux à vapeur.	Marseille.
Taylor (Édouard). .	Constructeur-mécanicien.	Marseille.
Lemaître.	Construct. de navires.	Marseille.
Demanges.	Constructeur de machines à vapeur.	Marseille.
Niclosse.	Mécanicien en chef du service des paquebots de l'administr. des postes.	Marseille.
Collet. . . .	Ingénieur du canal d'Arles.	Arles.
Desplaces.	Ingénieur du chemin de fer.	Arles.
Surell.	Ing. de la navigation du Rhône.	Arles.

(*) Ces Commissions sont établies en vertu des ordonnances des 23 mai 1843 et 17 janvier 1846, relatives aux bateaux à vapeur. Elles sont chargées, sous la direction des préfets, d'inspecter ces bateaux, de s'assurer s'ils sont construits avec solidité, particulièrement en ce qui concerne l'appareil moteur; si cet appareil est soigneusement entretenu dans toutes ses parties, et s'il ne présente pas de probabilités d'effractions ou des détériorations dangereuses, etc.

BOUCHES-DU-RHÔNE (*Suite*).

Souchière	Mécanicien.	Arles.
Bayol	Constructeur de navires.	Arles.
Aurant	Représentant de la compagnie des bateaux à vapeur *les Aigles*.	Arles.

CALVADOS.

Tostain	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Caen.
Durback	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Caen.
Exard	Lieutenant de port.	Caen.
Morin	Direct. de l'administ. des bat. à vap.	Caen.
Durand de la Borderie .	Sous-commissaire de marine.	Caen.
Jeanmaire	Mécanicien.	Caen.

CHARENTE-INFÉRIEURE.

Job	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	La Rochelle.
Leferme	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	La Rochelle.
Dupré	Prof. de physique.	La Rochelle.
Lepage	Constructeur de navires.	La Rochelle.
N.	Sous-commissaire de marine.	La Rochelle.
N.	Lieutenant de port.	La Rochelle.
Joffre	Direct. des constructions navales.	Rochefort.
Maitrot de Varennes .	Ingén. des ponts-et-chaussées.	Rochefort.
Senneville	Ingénieur de la marine.	Rochefort.

CORSE.

Plassiard	Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.	Ajaccio.
Antoine	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Ajaccio.
Guyot	Capitaine du génie.	Ajaccio.
Biaggini	Commissaire de l'inscription marit.	Ajaccio.
Sampolo	Maître de port.	Ajaccio.
Gauzance	Chef de bataillon du génie.	Bastia.
Colonna	Capitaine d'état-major.	Bastia.
Bonhomme	Capitaine d'artillerie.	Bastia.
Simonet	Conducteur, fais. fonct. d'ing. ord.	Bastia.
Lebeuf	Commissaire de l'inscription marit.	Bastia.
Oletta	Lieutenant de port.	Bastia.

CÔTES-DU-NORD.

Fessard.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dinan.
Josselin.	Négociant.	
Gaucher.	Lieutenant de vaisseau en retraite.	

DORDOGNE.

Silvestre.	Conducteur, faisant fonctions d'ingénieur ordinaire à Bergerac.	Bergerac.
Rennes	Médecin.	
Eyriniac.	Ancien maire.	
Carré	Pharmacien.	
Bardy.	Mécanicien.	
Rigaud.	Forgeron.	

FINISTÈRE.

Lemoyne.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Brest.
Ronin.	Officier d'artillerie en retraite.	
Chedeville.	Ingénieur du génie maritime.	
Fauveau.	Capitaine du génie.	
Malassis.	Commissaire de l'inscript. maritime.	
Aumaître.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Morlaix.
Vallée	Président de la chambre de comm.	
Gestin.	Commissaire de l'inscr. maritime.	
Boyer.	Architecte d'arrondissement.	
Le Loutre.	Capitaine au long cours.	
Ellier	Maître de port.	

GARD.

Thibaud.	Ing. en chef des mines.	Nîmes.
Dupont	Ingénieur des mines.	
Vassas.	Ancien élève de l'école polytech.	
Granier.	Chef de bataillon du génie.	
Dombre.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Rousseau.	Ingénieur civil.	
Gaston Vincens. . . .	Anc. capitaine d'artillerie.	
Denis Benoist. . . .	Représentant du peuple et exploit. des forges et fonderies d'Alais.	
Bouchet aîné.	Mécanicien.	

GARD (*Suite*).

Tavernel.	Ancien maire de Beaucaire.	
De Chastellux. . . .	Ancien pair de France, ancien officier de marine.	
Dupont.	Ingénieur des mines.	
Paulin Talabot. . . .	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Beaucaire.
Surell.	Ing. du service spécial du Rhône.	
Hébert.	Anc. élève de l'école polytechnique.	
Sibour.	Ancien maire de Pont-St-Esprit.	
Clerc.	Ancien maire de Roquemaure.	

GIRONDE.

Manès.	Ingénieur en chef des mines.	
Deschamps.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Malaure.	*Idem.*	
Drœling.	*Idem.*	
Jaquemet.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Pairier..	*Idem.*	
Alphand.	*Idem.*	
Chambrelent.	*Idem.*	
Lancelin.	*Idem.*	
Simon.	*Idem.*	
Gonnaud.	*Idem.*	Bordeaux.
Richet.	Conducteur des ponts-et-chaussées, faisant fouctions d'ing. ord.	
Aligé.	Capitaine de port à Bordeaux.	
Naigeon.	Commissaire de l'inscription marit.	
Courau fils.	Constructeur de navires.	
Cousin père.	Constructeur de machines.	
Magouty.	Chimiste.	
Stecler.	Ingénieur du chemin de fer de Bordeaux à la Teste.	

HÉRAULT.

Cacarrié.	Ingénieur des mines.	
Raynal.	Ing. en chef du service maritime.	
Descombes.	Ingénieur du service maritime.	
Eynard..	Capitaine de port.	Cette.
Raynaud.	Ingénieur civil.	
Mousservin	Négociant-armateur.	
Fournaire.	Ancien capitaine au long cours.	
Courton.	Commissaire de l'inscription marit.	

ILLE-ET-VILAINE.

Féburier.......	Ing. en ch. des ponts-et-ch., direct.	Saint-Malo.
Cunat........	Ancien officier de marine.	
Fontan........	Armateur.	
Bourdet.......	Chef de la fonderie du Sillon.	
Picard........	Constructeur de navires à St-Malo.	
Gouazon.......	Anc. capitaine au long cours, maire de Saint-Servan.	
Guibert.......	Armateur, anc. cap. au long cours.	

Féburier.......	Ing. en ch. des ponts-et-ch., direct.	Saint-Malo.
Gouazon.......	Anc. capitaine au long cours, maire de Saint-Servan.	
Cunat........	Ancien officier de marine.	
Debon........	Commiss. de l'inscript. maritime.	
Hercouët......	Lieutenant de port.	
Descottes......	Fondeur à Saint-Malo.	
Pivert........	Capitaine au long cours, construct. de navires.	

INDRE-ET-LOIRE.

Baillond.......	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Tours.
Descottes.......	Ingénieur des mines.	
Sagey.........	Ingénieur des mines en réserve.	
Borgnet.......	Professeur de math. au lycée.	
Jacquemin......	Architecte.	

LOIRE-INFÉRIEURE.

Plantier.......	Ing. en ch. des ponts-et-ch., direct.	Nantes.
Jégou	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
De la Gournerie...	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Lechalas.......	*Idem.*	
Bonamy.......	*Idem.*	
Wattier........	*Idem.*	
Allard........	*Idem.*	
Chéguillaume....	*Idem.*	
Bochet........	Ingénieur des mines	
Duchalard......	Ingénieur maritime à Indret.	
Cherbonnier.....	Sous-commiss. de la marine.	
Peltier........	Capitaine de port à Nantes.	
Bertrand-Fourment.	Mécanicien.	
Leray.........	Constructeur de navires.	
Dubigeon.......	*Idem.*	

LOIRET.

Coumes.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Orléans.
Delaitre.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Lacave.	Ancien Ing. en chef des ponts-et-ch., maire d'Orléans.	
Germon-Donville. .	Présid. de la chambre de comm.	
Chavanes.	Président du tribunal de comm.	
Weber.	Mécanicien.	
Hazard.	Manufacturier.	

LOT-ET-GARONNE.

Maillebiau.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Agen.
Couturier.	*Idem.*	
Protche	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Des Orgeries.	*Idem.*	
Demay.	Conducteur, f. fonct. d'ing. ord.	
Breistroff.	Secrétaire général de la préfecture.	
Bérard.	Chef de bureau à la préfecture.	
Sevin.	Agent voyer en chef du départem.	
Descressonnières. . .	Ancien élève de l'Ecole Polytech.	
Marraud.	*Idem.*	
Bartayrès.	Ancien profess. de mathématiques.	

MAINE-ET-LOIRE.

Fourier.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Angers.
Lamé-Fleury. . . .	Ingénieur des mines.	
Crosson.	Professeur de mathématiques.	
Houyan.	Mécanicien.	
Grille.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Calabert.	Mécanicien.	
Billard.	Marchand de pompes.	
Lesourd-Delisle. . .	Ancien inspect. de la navigation.	
Rabbe.	Chef de bureau à la préfecture.	

MORBIHAN.

Leclerc.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Lorient.
Noyon.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Lecointre.	Ingénieur de la marine.	

MORBIHAN (*Suite.*)

Fréminville.	Ingénieur de la marine.	Lorient.
Guieysse.	Ingénieur des construct. navales.	
Masson.	*Idem.*	
Chaigneau.	Commissaire de la marine.	
Pocard Koiler. . . .	Capitaine de frégate.	
Obriet.	Lieutenant de port.	

NIÈVRE.

Boucaumont.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Nevers.
Avril.	Conseiller de préfecture.	
Guilland.	Chef d'escadron d'artillerie.	
Bompois.	Propriétaire.	
Gréfis.	Ingénieur mécanicien.	

NORD.

Cuel.	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	Dunkerque.
De Bormans.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Duverger.	*Idem.*	
Cabaret.	Chef du service de la marine.	
Caron.	Chef des pilotes.	
Dupays.	Capitaine de port en retraite.	
Malo.	Constructeur de navires.	

OISE.

Soleau.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Compiègne.
Évrard.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Lebreton.	Capitaine du génie.	
Perrin.	Architecte.	
Blasseau-Desmarest.	Constructeur de bateaux.	

PAS-DE-CALAIS.

Marguet.	Ex-ing. en chef du port (en retraite).	Boulogne.
Fodor	Commissaire de l'inscr. maritime.	
Voisin.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Legris.	Professeur d'hydrographie.	

PAS-DE-CALAIS (*Suite*).

Néhou.	Ex-ing. en chef du port (en retraite).	Calais.
Quehen..	Commissaire de la marine.	
Valdelièvre fils . . .	Mécanicien.	
Darquer.	Directeur d'usine à vapeur.	

PYRÉNÉES (BASSES-).

Durant.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Pau.
Daguenet	*Idem.*	
N.	Ingénieur des mines.	
N.	Conducteur des ponts-et-chaussées.	
Jauréguiberry. . . .	Capitaine de port.	
Detroyat.	Membre de la chambre de comm.	
Descande	Constructeur de navires.	
Stein..	Mécanicien.	

RHIN (BAS-).

Couturat.	Ing. en chef des travaux du Rhin.	Strasbourg.
De Billy.	Ing. en chef des mines.	
Daubrée.	Ingénieur des mines.	
Schwilgué.	Mécanicien.	
Busch	Maître batelier.	

RHÔNE.

Jordan.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Lyon.
Tabareau..	Doyen de la Fac. des sciences de Lyon.	
Malmazet..	Propriétaire.	
Monmartin..	Ancien officier du génie.	
Perrey.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Bénard	*Idem.*	
Gros.	*Idem.*	
Belin.	Ing. en chef du service du chemin de Paris à Lyon, dans la traversée de cette ville.	
Goux.	Ing. en ch. de la navigat. du Rhône.	
Thiollière..	Ing. attaché au même service.	
Bonnardel.	Adjoint au maire de Lyon.	

SAÔNE-ET-LOIRE.

Delsériès.	Ing. en chef des mines.	
Comoy.	Ing. en chef du canal du Centre.	
Moreau.	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	
Tavernier.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Müller.	*Idem.*	
Courcelle	*Idem.*	Châlon.
Mœvus.	Ingénieur des mines.	
Boissenot..	Pharmacien.	
Bessy.	Chimiste.	
Champomois - Bugniot	Négociant.	

SEINE.

Lorieux.	Ingénieur en chef des mines.	
Michal.	Ing. en ch. des ponts-et-ch., direct.	
Phillips	Ingénieur des mines.	
De Sénarmont. . . .	*Idem.*	Paris.
Bruzard.	Architecte de la préfecture.	
Saulnier.	Membre du cons. gén. des manuf.	
Landrin.	Inspecteur général de la navigat.	

SEINE-ET-MARNE.

Dajot.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Bassompierre-Sewrin.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Prévost.	Pharm. à la mais. cent. de Melun.	Melun.
Mangeon.	Architecte du département.	
Callon.	Ingénieur des mines.	
Perret.	Président de la commission.	
Duhaut-Plessis. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Bonnet.	*Idem.*	
Lefebvre.	Conducteur des ponts-et-chaussées.	Montereau.
Tonnellier.	Docteur-médecin.	
Valette.	Directeur de la manufact. de faïence à Montereau.	
Girault-Dabon. . . .	Serrurier-mécanicien.	

SEINE-ET-OISE.

Billaudel	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Guy.	Ancien député, propriétaire.	St-Germain-en-Laye.
De Breuvery.	Anc. maire de St-Germain.	
Marcus.	Docteur-médecin.	

SEINE-ET-OISE (*Suite*).

Du Boulet.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Mantes.
Chevallier.	Maire de la ville de Mantes.	Mantes.
Tortel.	Juge suppléant au trib. de Mantes.	Mantes.
Desmarres.	Membre du cons. mun. de Mantes.	Mantes.
Vaizières.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Corbeil.
Feret.	Membre du conseil général.	Corbeil.
Gaigneau.	Manufacturier.	Corbeil.
Darblay.	*Idem.*	Corbeil.
Laroche	Propriétaire.	Corbeil.

SEINE-INFÉRIEURE.

Doyat.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Rouen.
De Saint-Léger. . . .	Ing. en chef des mines.	Rouen.
Lepeuple.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Rouen.
Legentil.	*Idem.*	Rouen.
Legrand.	Capitaine de port.	Rouen.
Boucher.	Préposé principal de la navigation de la Seine fluviale.	Rouen.
Gueroult.	Capitaine visiteur de navires.	Rouen.
Delafosse.	Négociant.	Rouen.
Delcourt.	Chef de division à la préfecture.	Rouen.
Boutigny.	Conduct. des ponts-et-chaussées.	Rouen.
Renaud.	Ing. en chef des ports maritimes.	Le Hâvre.
Chevallier.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Le Hâvre.
Chatoney.	*Idem.*	Le Hâvre.
Hérard.	*Idem.*	Le Hâvre.
N.	Commissaire de l'inscription marit.	Le Hâvre.
N.	Directeur du port.	Le Hâvre.
Le Méthayer.	Capitaine de port.	Le Hâvre.
Gotrot.	Ancien capitaine au long cours.	Le Hâvre.
Marie.	Conducteur des ponts-et-chaussées.	Le Hâvre.

SOMME.

Van-Blarenberghe .	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Saint-Valery.
Richard.	Commissaire de marine.	Saint-Valery.
Delahaye.	Conduct. des ponts-et-chaussées.	Saint-Valery.
Darras.	Professeur d'hydrographie.	Saint-Valery.
Gamain.	Lieutenant de port.	Saint-Valery.

VAR.

Soches.	Président.	Toulon.
Gueit.	Architecte.	Toulon.
Marchand.	Lieutenant de port.	Toulon.

VAR (*Suite*).

Lambert.	Ing. des travaux hydrauliques.	Toulon.
Dupuy-Delôme. . . .	Ingénieur de la marine.	Toulon.
Tassy.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Toulon.
Blanc.	Commissaire de l'inscription marit.	Toulon.
Legoff.	Préposé à l'inscription maritime.	Cannes.
Bernard.	Maître de port.	Cannes.
Rancé.	Capitaine de marine.	Cannes.
Alliez.	*Idem.*	Cannes.
Arluc.	Constructeur.	Cannes.

ALGÉRIE (*).

Beguin.	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	Alger.
Massiau.	Capitaine de frégate, capit. de port.	Alger.
Ville.	Ingénieur des mines.	Alger.
Battarel.	Sous-commissaire de marine.	Alger.
Dubès.	Maître mécanicien de la marine.	Alger.
Aucourt.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Oran.
De Vauban.	Chef du génie.	Oran.
Cordé.	Lieutenant de vaisseau, directeur du port.	Oran.
Bertrand.	Aide-commissaire de marine.	Oran.
Gréban.	Commandant, chef du génie.	Bône.
Dubocq.	Ingénieur des mines.	Bône.
Bertin.	Lieutenant de vaisseau, directeur du port.	Bône.
Fouque.	Sous-commissaire de marine.	Bône.
De Marqué.	Capitaine de frégate, commandant de la marine.	Philippeville.
Lyonnet.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Philippeville.
De Marsilly.	Capitaine, chef du génie.	Philippeville.
Garcin.	Capitaine de la santé.	Philippeville.

(*) Les commissions de l'Algérie ont été établies en vertu d'un arrêté du gouverneur général, en date du 17 juillet 1848; elles sont chargées de s'assurer que les bateaux à vapeur de commerce français qui stationnent dans les ports de la colonie possèdent toutes les garanties de construction, de stabilité, d'armement, et les appareils de sûreté exigés par l'ordonnance du 17 janvier 1846.

ACTES DE COURAGE

ET

DE DÉVOUEMENT (1).

Extrait d'un rapport présenté au Président de la République, le 1er avril 1849, *par le ministre de l'intérieur, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration pendant le premier trimestre de* 1849.

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES en or.	MÉDAILLES en argent.	MÉDAILLES en bronze.
		SEINE-INFÉRIEURE.			
				classe.	
COUDRAY (Casimir-Siméon) à Amfreville-les-Champs.	La Neuville-Champ-d'Oisel, 4 décembre 1848.	Coudray, au risque d'être asphyxié lui-même, est descendu deux fois dans une marnière remplie de fumée pour en retirer un ouvrier qui y avait trouvé la mort.		2e	

(1) Voir les notices publiées dans les *Annales des mines*, 4e série, tome XII, p. 749 et suivantes; tome XIII, p. 868; tome XIV, p. 683 et 684.

Extrait d'un rapport présenté au Président de la République, le 3 mai 1849, par le ministre de l'intérieur, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés depuis le 1er avril précédent.

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES en or.	en argent.	en bronze.
		EURE-ET-LOIR.			
				classe.	
HEURTAULT (Pierre), domicilié à Gohory.	Yèvres, 13 mars 1849.	Heurtault n'a pas hésité à descendre dans le puits d'une marnière, malgré l'imminence du danger, pour délivrer, après un travail opiniâtre, exécuté au milieu de l'obscurité, un ouvrier enseveli par un éboulement. Ils avaient à peine abandonné la galerie, qu'il s'y manifesta un nouvel éboulement encore plus considérable que le premier.		2e	

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XV.

MINÉRALOGIE. — GÉOLOGIE.

Pag.

CHIMIE.

EXTRAITS DE JOURNAUX (1847-1848).

ANALYSES DE PRODUITS D'ARTS (1847-1848).

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

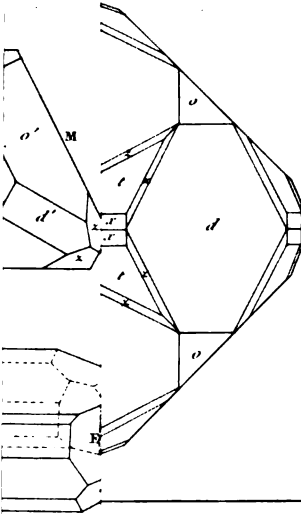
ADMINISTRATION.

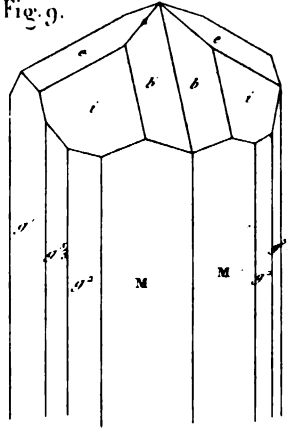
PLANCHES JOINTES AU TOME XV

DE LA 4e SÉRIE DES ANNALES DES MINES.

FIN DU TOME XV.

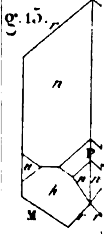
Schmalewski. Diaspore de Campo-Longo

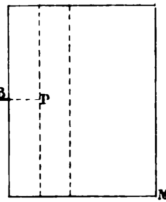


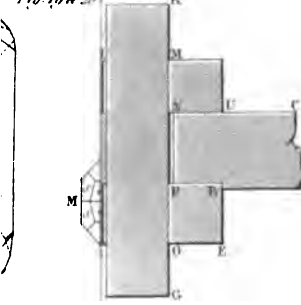


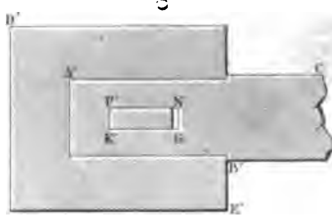
... la tige du Piston d'une machine du Pyroscaphe de Sutton.

Weissbach

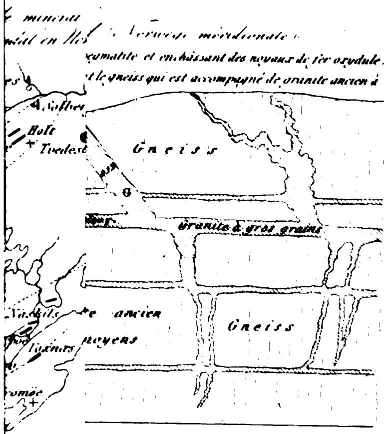








Pl. II.



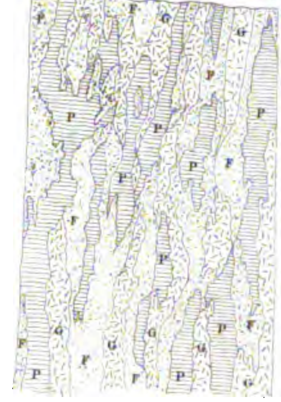


Fig. 4. Vue représ. la disposition relative du fer oxydulé (F) du pyroxène (P) et des grenats (G) à la mine de Thorbjörnsbos, près Arendal (Norwège).



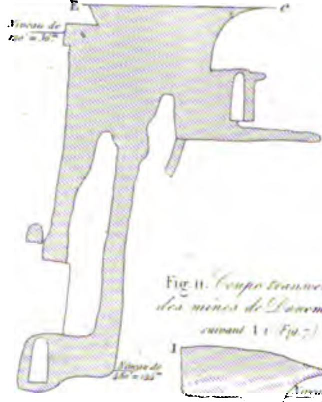


Fig. 10. Coupe transv. des mines de Danemora suivant E e Fig. 7.

Fig. 11. Coupe transver. des mines de Danemora suivant I i Fig. 7.

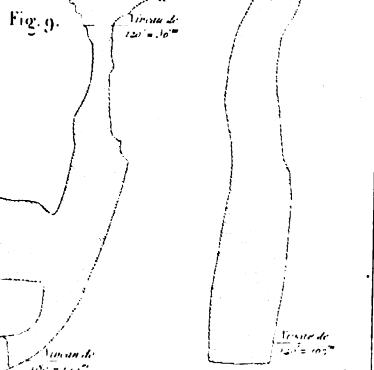


Fig. 9. Coupe transv. des mines de Danemora suivant A a Fig. 7.

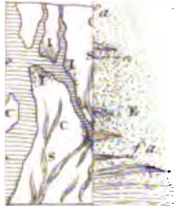


Fig 19. *Coupe horizontale d'une des mines de fer de Tavesby.*

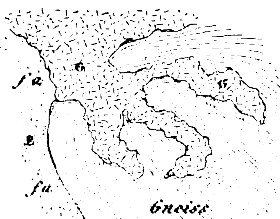
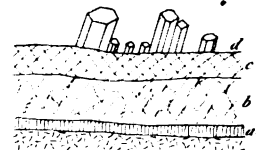


Fig 22. *Coupe de ... d'une veine rubanée d'Apophyllite et de Chaux carbonatée qui traverse le Gîte d'Utö.*



a. Chaux carbonatée prismatique.
b. Apophyllite lamelleuse.
c. Chaux carbonatée lamelleuse.
d. Chaux carbonatée prismatique avec enduit de pyrite de fer irisée, en grains cristallins.

...hibole, et passant à la diorite. E, Partie en exploitation.

... de fer d'Utö, en Sudermanie.

... et pétro-siliceux imprégnés d'oxydes. DD, Calcaire dolomitique lamelleux, avec trémolite; ...phane et petalite.

Mine de Läng

Mine de Nyköping

Fig. 26. *Plan de surface de la mine d'Auserud, près Drammen* (Norwège)

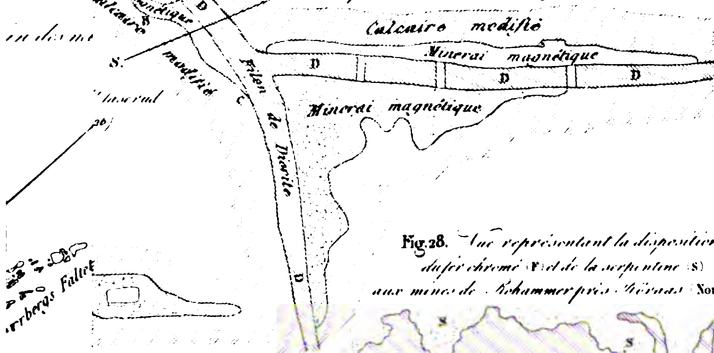


Fig. 28. *Vue représentant la disposition du fer chromé (F) et de la serpentine (S) aux mines de Rohammer près Röraas* (Norwège)

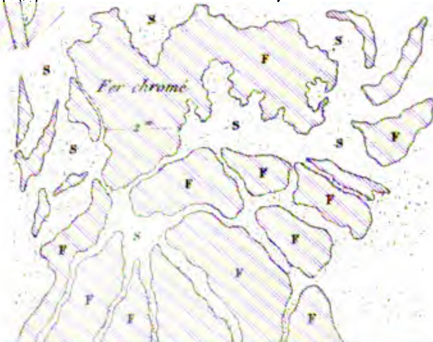


Fig. 7. Coupe verticale de la mine de Storgruva du N.O. au S.E.

N.O.
S.E.
Storgruva ou la grande mine
Masse formée principalement de pyrite de fer.

Fig. 15. Plan de surface de la mine de Beschesku à Tunaberg.

N.
Mine de Endaid
Mine de Kalt
Mine de Högmund
Entrée de l'exploitation souterraine de Beschesku
Puits

C. Calcaire.
M. Schiste quarzeux et micacé.
G. Granite à gros grains.

Argent
Plomb et Argent
Cuivre et Or
Areskuttan
Lac Kalln
Meruger
Handol
L d'Are
Lac Ann
Altengaard
Tydal
Blix
Ljusnedal
Röhammer
Heggebak
Puits Frederik

M. Micaschiste stérile.
G. Granite moderne à grandes lames, peu micacé.

souterrainement

Lemaitre sc

...position fréquente du minerai à Sala. ... Sulfures de zinc, plomb et argent. FF, Fragments ... contre cimentés par ces sulfures. VV, Veine de spath ...re, épaisse de 0m10 mélangée de parties talqueuses ou ...tres; CC, Calcaire imprégné de sulfures métalliques.

...fice des mine...

...te: M, Schiste qu...

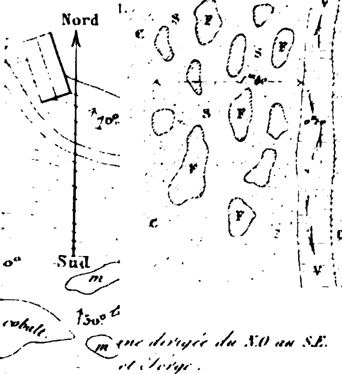
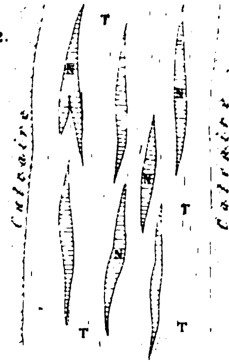


Fig. 22.

Disposition du ... gang à Sala. (NN Nodules de spath calcaire blanc et rouge de chair enchassés au milieu d'une masse feuilletée de chlorite talqueuse verdâtre T)



...ne dirigée du N.O au S.E.

... et Serge.

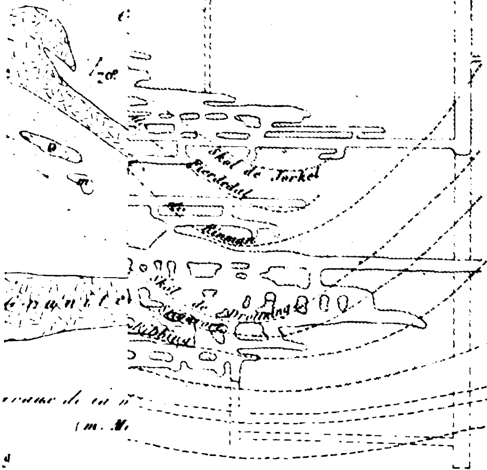
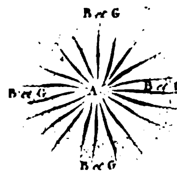


Fig. 23.

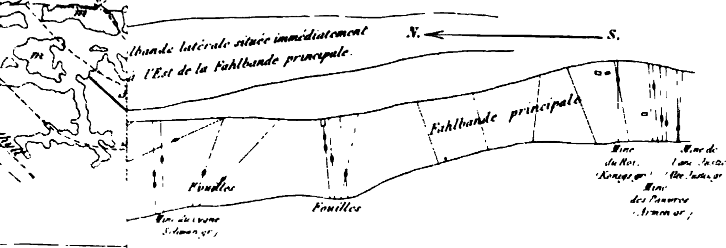
Disposition de la Blende et galène (B et G) autour de rosaces (A) d'amphibole, de mica ou de chlorite à la mine de Sala



...erraine de la ...

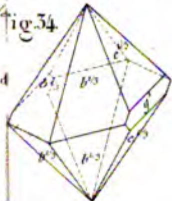
(m. M...

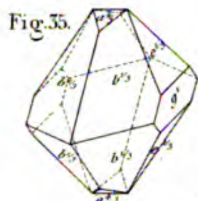
...trale de la Fahlbande la plus importante des environs de Kongsberg et des filons qui traversent cette Fahlbande.

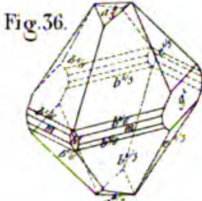


Lemaitre sc.

Arkansite.



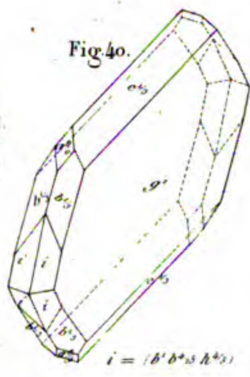




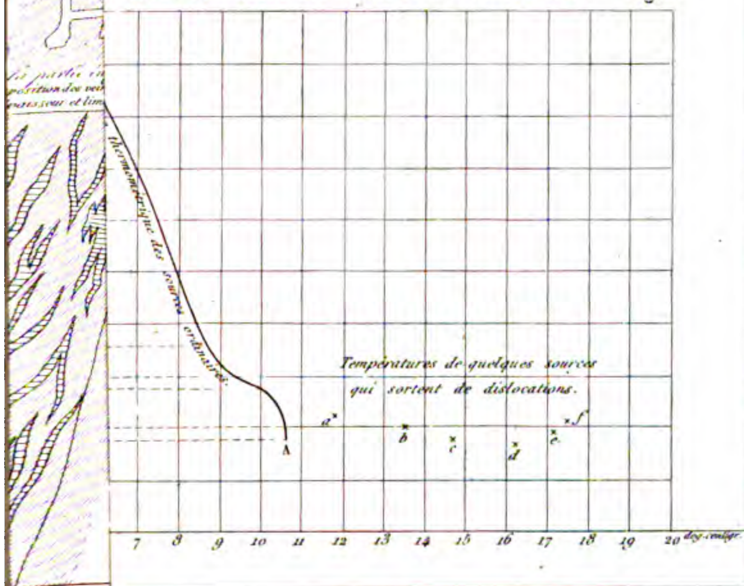
Brookite.







...phique de la température des sources
...Rhin, la Chaîne des Vosges et le Kaiserstuhl Fig. 41.



...ne XV. pag...

Lemaitre sc.

Fig. 4.

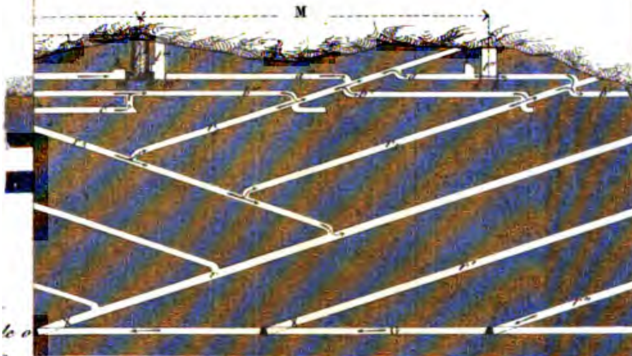


Fig. 5.

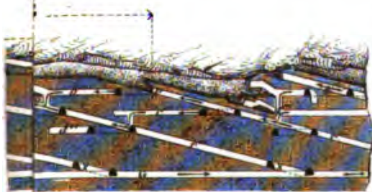


Fig. 7.





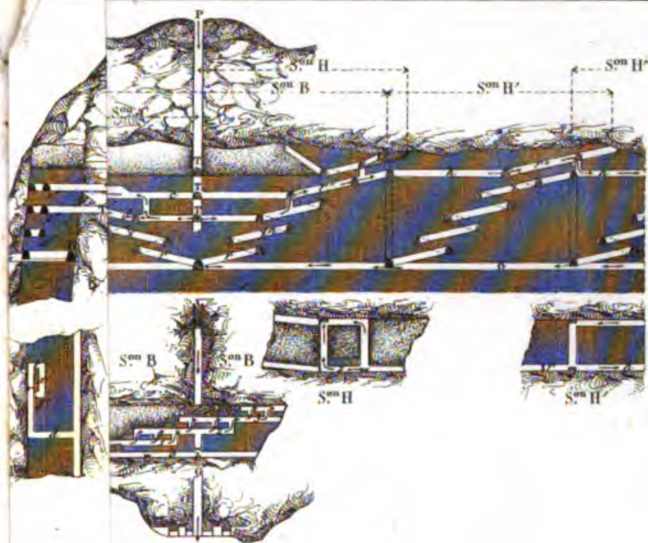
...une inclinaison inférieure à 45°.





Lemaitre del. et sc.

Pl. VIII.

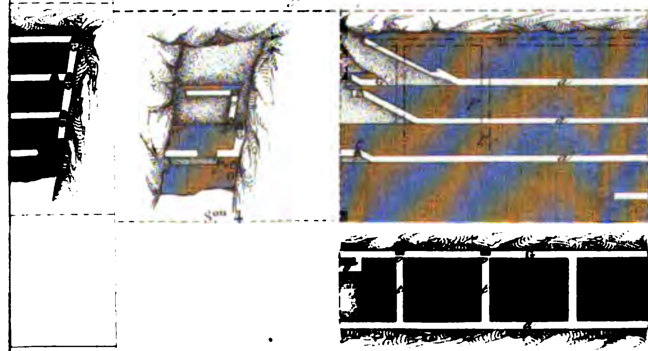


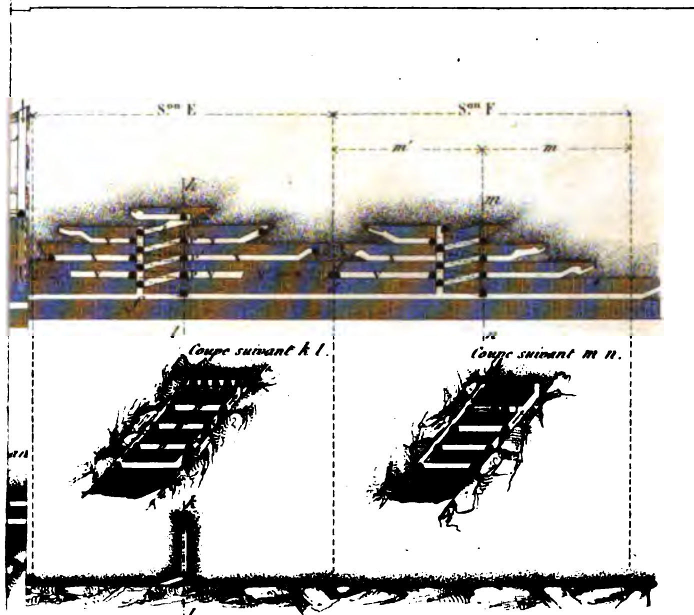


Echelle de

30

... quer à d'autres masses minérales.





...udses inclinées à 45.°

